Nervenzelle zu einem Spektrumanalysator. Wenn die Nervenmembran nichtlineare Eigenschaften hat ergeben die beiden die Zellmembran vom Inneren der Nervenzelle nach außen durchquerenden Mikrowellensignale als Ergebnis ihrer Überlagerung ein gemeinsames Signal das mit dem Spektrumanalysator nachzuweisen sein sollte.

(Anmerkung des Übersetzers: Die Frequenz dieses Signal ist auf Grund der Überlagerung der beiden Mikrowellenfrequenzen die Differenz aus beiden Signalen. So würde ein Signal von 2 000 000 000 (2 GHz) bei einer Überlagerung mit einem Signal der Frequenz 2 000 001 000 ein Signal der Frequenz 1000 Hz ergeben. Auf diesem Wege kann also bei entsprechender Steuerung der Frequenz und der Leistung zweier Hochfrequenzsender jedes in Frequenz und Stärke beliebige Signal das eine niedrigere Frequenz als die der beiden Sender hat, drahtlos auf große Entfernung übertragen werden. Das gilt natürlich auch für Signale in der Art wie sie von Nervenzellen zur Informationsübertragung verwendet werden, obwohl sie selbst auf Grund ihrer niedrigen Frequenz nicht abgestrahlt werden können. Ein weiterer Vorteil dieser Wellenüberlagerung liegt darin, daß die entsprechende biologische Wirkung ausschließlich an dem Ort auftritt, an denen sich die Wellen überlagern, nicht aber auf dem Weg dorthin, vorausgesetzt daß die Sender aus unterschiedlichen Richtungen stark gebündelte Hochfrequenzstrahlung senden. In so einem Fall ist es also nicht einmal nötig, daß an der Zellmembran eine Gleichrichtung stattfindet um eine biologische Waffenwirkung zu erzielen. Es genügt durch Wellenüberlagerung in der Zielperson einen entsprechenden niederfrequenten Strom zu verursachen.)

Avoidance by rats of illumination with low power nonionizing electromagnetic energy
Allan H. Frey; Sondra R. Feld
Journal of Comparative and Physiological Psychology 89 (2), 183-188, 1975

Ratten vermeiden Bestrahlung mit nichtionisierender Strahlung niedriger Energie

Ratten verbrachten mehr Zeit in den Hälften von Transportkisten die vor der Bestrahlung mit Mikrowellenenergie der Frequenz 1,2 GHz abgeschirmt waren als in den nicht abgeschirmten Hälften. In Versuch 1 vermieden die Ratten die Mikrowellenergie wenn sie als Pulse von 30 Mikrosekunden Länge mit einer Pulswiederholrate von 100 Pulsen pro Sekunde (pps) abgestrahlt wurde. Die durchschnittliche Leistungsdichte betrug ungefähr 0,6 mW/cm2 und die Spitzenleistung ungefähr 200 mW/cm2. In Versuch 2 wurde die Mikrowellenenergie sowohl ungepulst als auch in pulsmodulierter Form verwendet, das heißt von 0,5 Millisekunden Länge exponentiell abnehmende Pulse mit einer Pulswiederholrate von 1000 Pulsen pro Sekunde. Die Durchschnittsleistung der ungepulsten Mikrowellenergie betrug 2,4 mW/cm2 und die der pulsmodulierten Mikrowellenenergie 0,2mW/cm2. Die Spitzenleistung der modulierten Mikrowellenenergie betrug 2,1 mW/cm2. Die Ratten vermieden die gepulste Mikrowellenenergie, nicht aber die ungepulste.

Menschen, Katzen und Ratten sind empfindlich für pulsmodulierte nichtionisierende elektromagnetische Energie niedriger Energiedichte. (...) Wenn Menschen bestrahlt werden berichten sie daß sie ein Brummen, Zischen und andere Geräusche hören obwohl die übertragene Energie nicht akustisch sondern elektromagnetisch ist.

Das elektromagnetische Spektrum umfasst die Wellenlängen im Bereich zwischen 3x10hoch7 Meter bis 0,003 Angström (*Anmerkung des Übersetzers: Ein Angström = 10x10hoch-10 Meter*). Die Energie kann sich im Vakuum sowie unterschiedlich gut in einer Reihe von Medien wie Luft und Wasser ausbreiten. Elektromagnetische Energie mit sehr kurzer Wellenlänge ist ionisierend. Die in dieser Untersuchung verwendete Energie mit größerer Wellenlänge ist nicht ionisierend. Sie liegt im Radiofrequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums. Der Radiofrequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums umfasst die Frequenzen zwischen 10hoch3 und 10hoch11 (Wellenlänge zwischen 3x10hoch5 und 3x10hoch-3 Metern) und umfasst die von Radiosendern, Radar und Mikrowellensystemen abgestrahlte Energie.

Elektromagnetische Energie entsteht durch eine Änderung im Bewegungszustand eines Elektrons. Diese Änderung wird von der Abstrahlung oder Aufnahme von elektromagnetischer Energie begleitet. Die Wellenlänge der abgestrahlten elektromagnetischen Energie ist umgekehrt proportional zu der Größe der Energieänderung. Elektromagnetische Energie wird beispielsweise abgestrahlt wenn Elektronen in einem Leiter hin und her bewegt werden. Eine Sendeantenne ist ein solcher Leiter in dem Elektronen bewegt werden. Sichtbares Licht ist ein Beispiel für elektromagnetische Energie und wird hervorgerufen wenn Elektronen beim Wechsel von einer Umlaufbahn um einen Atomkern in eine andere ihren Energiezustand ändern. Da zelluläre Vorgänge elektrochemische Reaktionen sind bei denen Bewegungen von Elektronen stattfinden, sind sie auch mit der Abstrahlung oder der Aufnahme von elektromagnetischer Energie verbunden.

Sich ausbreitende elektromagnetische Wellen ändern sich zeitlich und räumlich. Das physikalische Maß das sich ändert besteht eigentlich aus zwei physikalischen Größen: dem elektrischen und dem magnetischen Feldvektor. Das elektrische Feld in einem Raum wird durch die Kraft definiert die es auf eine in ihm befindliche elektrische Ladung ausübt. Das magnetische Feld in einem Raum wird durch die Kraft definiert die es auf eine in ihm bewegte elektrische Ladung ausübt. Die Werte von elektrischem und magnetischem Feld ändern sich an einem gegebenen Ort im Raum mit der Zeit, sind aber nicht voneinander unabhängig. Die Vektoren beider Felder sind senkrecht zueinander und jeweils senkrecht zur Richtung der Ausbreitung. Die elektromagnetische Energie kann horizontal, vertikal oder zirkular polarisiert sein und die Orientation eines in einem elektromagnetischen Feld bestrahlten Körpers, sei er nun ein Stück Körpergewebe oder eine Antenne, beeinflusst die Menge der von ihm aufgenommenen Energie. Die elektromagnetische Energie die einen Körper bestrahlt wird von diesem gestreut und absorbiert wobei die Menge der absorbierten Energie von vielen voneinander abhängenden Faktoren wie Wellenlänge der Energie, Größe des Körpers und elektrischen Eigenschaften des Körpers abhängt.

Man kann biologische Körper mit elektromagnetischer Energie in der Weise bestrahlen die die Übliche ist, das heißt in einem freien Fernfeld. Eine solche Bestrahlung erhalten wir von der von Fernseh- und Radiosendern abgestrahlten Energie. Freies Feld bedeutet, daß die Energie sich ohne Reflektion zurück auf den bestrahlten Körper im Raum ausbreitet. Fernfeld bedeutet, daß der bestrahlte Körper sich in einer Entfernung von der Sendeantenne befindet die größer ist als einige Wellenlängen, so daß die Einwirkung der elektromagnetischen Energie an einem Ort stattfindet, an dem diese auf ihrem Weg durch den Raum mehr oder weniger organisiert und gleichmäßig verteilt ist. Mann kann auch besondere Bestrahlungssituationen wie die in einem multimodalen Hohlraum aufbauen in dem die Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie sich deutlich von der Bestrahlung im freien Fernfeld unterscheidet. Ein Mikrowellenofen ist ein solcher multimodaler Hohlraum.

Elektromagnetische Energie kann unmoduliert abgestrahlt werden oder auf verschiedene Weise, zum Beispiel mit einer Sinuswelle oder mit Pulsen moduliert werden. Modulation ist aus biologischer Sicht wegen der dadurch hervorgerufenen Wirkung sowie bei der Messung der Energiemenge die einen Körper bestrahlt von Bedeutung. Beispielsweise wird das Elektroencephalogram durch in der richtigen Weise mit Pulsen moduliertes Licht beeinflusst, nicht aber durch ungepulstes Licht. Und wenn die elektromagnetische Energie moduliert ist, dann ist die durchschnittliche Energiemenge in dem Feld niedriger als die Energiemenge der Pulsspitze.

Im Allgemeinen wird die Energie als durchschnittliche Leistungsdichte, nämlich in Milliwatt pro Quadratzentimeter angegeben. Messung elektromagnetischer Energie ist ein schwieriges Problem, denn jedes Objekt das in das Energiefeld gebracht wird verursacht eine Änderung des Feldes was zu Messfehlern führt. Richtung des Feldes, Bündelung, Oberwellen und andere Einflüsse machen zusammen die Messung der Energie eines freien elektromagnetischen Feldes schwierig. Im Übrigen sind die Vorgänge bei der Beeinflussung von biologischem Gewebe durch elektromagnetische Energie nicht vollständig bekannt. (...)
Die Analyse der biophysikalischen Einflüsse von Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie legt nahe daß die Ergebnisse der Erforschung des Radiofrequenzhörens und anderer veröffentlichter Wirkungen von Bedeutung für unser Verständnis des Transports und der Speicherung von Informationen im Nervensystem sind. (...)

Versuch 1
Die verwendete Mikrowellenquelle war ein an unsere Versuche angepasster gepulster Röhrengenerator. (...) Die Antenne strahlte die Energie in einen echofreien Raum der aus Eccosorb-340 Absorptionsmaterial bestand das Reflektionen verhinderte um ein freies Feld zu erhalten. Die Mikrowellenenergie hatte eine Frequenz von 1,2 GHz, die Pulslänge betrug 30 Mikrosekunden und die Pulswiederholrate war 100 Pulse pro Sekunde. Die abgestrahlte Energie war horizontal polarisiert.(...)

In Versuch 1 wurden zwei Transportkisten (...) aus Acryl konstruiert weil dieser Kunststoff oft bei der Bestrahlung von Tieren mit Radiofrequenzenergie verwendet wird und bei richtiger Anordnung wenig Einfluß auf das elektromagnetische Feld hat. (...)
Eine Abschirmung aus Eccosorb Material wurde zwischen die Sendeantenne und die eine Hälfte der Transportkiste gebracht. (...)
Das von der Hornantenne abgestrahlte Radiofrequenzfeld war breit genug um zwei Transportkisten gleichzeitig zu bestrahlen. (...)
Die rechte Hälfte der Kiste A und die linke Hälfte der Kiste B wurden vor dem Radiofrequenzfeld abgeschirmt um die mögliche Bevorzugung einer Seite durch die Versuchstiere auszugleichen.

Die durchschnittliche Energiedichte in dem nicht abgeschirmten Teil der Kiste A wurde mit 0,4 mW/cm2 gemessen. Die Spitzenleistung betrug 133 mW/cm2. Die gemessene durchschnittliche Energiedichte im abgeschirmten Teil der Kiste A betrug 2 % der Energiedichte im nicht abgeschirmten Teil. Der nicht abgeschirmte Bereich der Kiste B wurde mit 0,9 mW/cm2 durchschnittlicher Leistung und 300 mW/cm2 Spitzenleistung bestrahlt. Der abgeschirmte Teil der Kiste B wurde mit 7 Prozent der Energiedichte des abgeschirmten Bereichs bestrahlt. Es wurden acht Sprague-Dawley Ratten verwendet, die zu Beginn der Versuche ungefähr 125 Tage alt waren, ungefähr 250 Gramm wogen und zuvor noch nicht zu Versuchen verwendet worden waren. (...)
Nach dem die Tiere an die Umgebung gewöhnt worden waren, wurden sie nach dem Zufallsprinzip auf die Versuchsgruppe (Bestrahlung mit gepulster Radiofrequenzenergie) und die Kontrollgruppe (Scheinbestrahlung) aufgeteilt. (...)

Versuch 2
(...) Der Sender ermöglichte uns die Verwendung von drei Versuchsbedingungen: gepulste Bestrahlung, ungepulste Bestrahlung und Scheinbestrahlung.
Die mit Pulsen bestrahlte Gruppe wurde einer Spitzenpulsleistung von 2,1 mW/cm2 bei einer durchschnittlichen Leistungsdichte von 0,2 mW/cm2 ausgesetzt. Die mit ungepulster Energie bestrahlte Gruppe wurde einer Energiedichte von 2,4 mW/cm2 ausgesetzt. Die Spitzenleistung wurde durch Messungen der Wellenform mit einem Oszilloskop abgeschätzt und der erhaltene Wert wurde zur Kontrolle mit Messungen der durchschnittlichen Leistung verglichen. Jeder Puls mit einer Länge von 0,5 Millisekunden hatte eine Anstiegszeit von 1 Mikrosekunde und fiel dann exponentiell auf weniger als ein Drittel des Spitzenwertes ab. Eine Zahl von Versuchen haben gezeigt, daß die Anstiegszeit des Pulses für die biologisch Wirkung von Bedeutung sein kann während die Abfallzeit ohne Bedeutung ist. Die Pulswiederholrate betrug 1000 Pulse pro Sekunde. Jede der 18 weiblichen Sprague-Dawley Ratten wurde nach dem Zufallsprinzip auf eine der drei Bestrahlungsgruppen verteilt. Jedes Tier wurde 4 mal bestrahlt und jede Bestrahlung dauerte 30 Minuten. (...)

Ergebnis
(...) Die während der ersten 30 Minuten erhaltenen Daten wurden mit Hilfe des Mann-Whitney U Tests ausgewertet. In Versuch 1 verbrachten die mit pulsmodulierter Energie bestrahlten Tiere 29 % der Zeit im nicht abgeschirmten Teil der Transportkiste, verglichen mit 57 % der Tiere die scheinbestrahlt wurden. Der Unterschied ist signifikant (U=0, p=0,014). Eine störende Wirkung war innerhalb 15 Minuten offensichtlich, denn die entsprechenden Zahlen die auf der bestrahlten Seite verbrachten Zeit betrug nach 15 Minuten 32 % für die bestrahlte und 54 % für die scheinbestrahlte Gruppe (U=1, p=0,029). Diese Wirkung war während 7 Versuchstagen konstant und die Tiere verhielten sich in Kiste A und Kiste B ähnlich, obwohl die nicht abgeschirmten Bereiche der beiden Kisten mit unterschiedlicher Stärke bestrahlt wurden.
Der Zahl der durchschnittlichen Wechsel der Tiere von einer Seite der Kiste auf die Andere betrug bei den bestrahlten Tieren 7 und bei den nicht bestrahlten Tieren 15 pro Versuch (U=0, p=0,014). (...)

In Versuch 2 wurde die Leistungsdichte auf einen Wert reduziert von dem wir annahmen daß er in der Nähe des Grenzwertes liegt. Bei drei Tiergruppen wurde gepulste Strahlung, ungepulste Strahlung und Scheinbestrahlung verwendet. Wir nahmen an, daß die Vermeidung der Bestrahlung nicht so schnell auftreten würde wie bei der stärkeren Bestrahlung in Versuch 1. Dazu verglichen wir die ersten 2 mit den letzten zwei der 4 Versuche der drei Bestrahlungsgruppen. Die Daten für die ersten 2 Bestrahlungen zeigen daß die Tiere die jeweils mit gepulster Energie, mit ungepulster Energie und Scheinbestrahlt wurden entsprechend 60 %, 64 % und 58 % der Zeit im nicht abgeschirmten Teil der Kiste verbrachten. Die Unterschiede waren nicht signifikant. (gepulst gegenüber ungepulst: U=15, p>0,05; gepulst gegenüber unbestrahlt: U=18, p>0,05; unbestrahlt gegenüber ungepulst: U=18, p>0,05). Im Vergleich dazu zeigen die Daten der letzten beiden Versuche daß die mit gepulster Energie, mit ungepulster Energie und die Scheinbestrahlten Tiere entsprechend 30 %, 64 % und 52 Prozent der Zeit im nicht abgeschirmten Bereich der Kiste verbracht haben. Der Unterschied zwischen der mit gepulster und ungepulster Energie bestrahlten Tiere ist ebenso signifikant (U=4, p=0,013) wie der zwischen den mit gepulster Energie bestrahlten und den Scheinbestrahlten Tieren (U=4, p=0,013). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den mit ungepulster Energie bestrahlten und den Scheinbestrahlten Tieren. (U=13, p=0,05). (...)

Bewertung
Die Daten zeigen daß Ratten dazu neigen ein freies Feld von pulsmodulierter elektromagnetischer Energie mit niedriger Leistung zu vermeiden. Versuch 1 legt nahe daß weniger als 130 mW/cm2 Spitzenleistung und weniger als 0,4 mW/cm2 durchschnittliche Energiedichte reichen um diese Reaktion auszulösen. Die Ergebnisse von Versuch 2 zeigen, daß elektromagnetische Energie mit einer Spitzenleistung von 2,1 mW/cm2 und einer Durchschnittsleistung von 0,2 mW/cm2 ebenfalls vermieden wird und daß diese Werte in der Nähe der Grenze der Wahrnehmung oder der Grenze für die Motivation zur Vermeidung der Bestrahlung liegen. Ungepulste Strahlung schien keinen Einfluß auf das Verhalten der Tiere in der Kiste zu haben, obwohl die durchschnittliche Leistungsdichte höher war als die der gepulsten Strahlung die von den Tieren vermieden wurde. (...)
Die hier von uns veröffentlichten Ergebnisse die das Vermeidungsverhalten gegenüber

Tissue interactions with nonionizing electromagnetic Fields, W.R. Adey, 1981,In: Physiological Reviews, Vol 61, Bethesda, 1981, Seiten 435-514

Einwirkung von elektromagnetischen Feldern auf biologisches Gewebe

(S.473) Das Interesse der Wissenschaft und der Öffentlichkeit an der möglichen schädlichen Wirkung von elektrischen Leitungen, Radiofrequenz- und Mikrowellenfeldern hat sich in den vergangenen Jahren sehr verstärkt. Unterteilung dieser Wirkungen auf des Körpergewebe in „thermische“ und „athermische“ Effekte beruht offensichtlich nicht auf rein physikalischen Grundlagen. Jede Absorption von elektromagnetischer Energie führt zu einer Zunahme der thermischen Energie, also zu einer Erhöhung der Temperatur. Der Begriff „athermisch“ wird weithin benutzt um biologische Effekte von Radiofrequenz- und Mikrowellenfeldern zu beschreiben, bei denen der Temperaturanstieg nicht über den Bruchteil eines Grades hinausgeht und darum zu gering ist, um eine einfache Erklärung für die beobachteten Wirkungen zu liefern. Andererseits liefern Temperaturänderungen von mehreren Grad eine ausreichende Erklärung für viele Feld induzierte physiologische Wirkungen.

(S.447) Es gibt eindeutige experimentelle Beweise dafür daß elektromagnetische Felder im Bereich von ELF (extremely low frequency) bis UHF (ultra high frequency) (10 Hertz bis 450 Megahertz) direkt auf Gehirngewebe einwirken. Ein auffallendes Merkmal bei einigen dieser beobachteten Einwirkungen von schwachen radiofrequenz (RF) Feldern ist ihre Abhängigkeit von Modulationsfrequenzen im ELF Bereich und nicht von der Frequenz des Trägers.

(S.455) Die Resonanzfrequenz des menschlichen Kopfes liegt zwischen 400 und 500 MHz während in der Längsachse des Körpers die Resonanzfrequenz und damit die höchste Absorption elektromagnetischer Wellen für geerdete Körper um 35 MHz und für isolierte Körper um 70 MHz liegt. In den Achsen des Körpers von vorne nach hinten und von rechts nach links liegt die Resonanzfrequenz zwischen 135 MHz und 165 MHz. Die vom Körper absorbierte Energiemenge bei einer Bestrahlung mit einer Leistung von 10 Milliwatt pro Quadratzentimeter (der maximal erlaubte Durchschnittswert über 6 Minuten nach den US Grenzwerten für Mikrowellen) zeigt bei Modellen für menschliche und tierische Körper daß die Energieaufnahme bei Resonanzfrequenzen und in der Nähe von leitenden Grundflächen oder Reflektoren stark erhöht sind. Wenn Erdung und Reflektion kombiniert werden, ist die Energieaufnahme erstaunlich hoch. Die Energieaufnahme von Modellen von Menschen bei einer Leistungsdichte von 10 mW / cm2 sagen einen SAR (specific absorption rate) Wert voraus, der 35 bis 70 fach über dem Wert für den Stoffwechselgrundumsatz liegt.

(S.478) Elektromagnetische Felder in der Umwelt nehmen Einfluß auf verhaltens-, neurophysiologische und chemische Vorgänge im zentralen Nervensystem von Säugetieren. Eine Bewertung aller möglichen Mechanismen der Einwirkung ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich. Und die Kombinationen der verschiedenen physikalischen Parameter die getestet werden können ergeben offensichtlich so viele Kombinationen, daß es aus finanziellen Gründen sowie aus Gründen des effektiven Einsatzes wissenschaftlicher Arbeitskraft notwendig war, zuerst die Auswirkungen derjenigen elektromagnetischen Felder zu untersuchen, von denen man annahm, daß sie am wahrscheinlichsten auf das Gewebe des zentralen Nervensystems einwirken. (...)

Ein breites Spektrum von Radiofrequenz- und Mikrowellentträgerfrequenzen wurde getestet, im wesentlichen ohne Hinweise auf Effekte die allein auf die Trägerfrequenz zurückzuführen sind soweit die Energie unterhalb der Schwelle wesentlicher Erwärmung blieb. Aber eine offensichtliche Häufung höherer Empfindlichkeit (des zentralen Nervensystems) wurde bei Amplitudenmodulation des Trägers mit einer Frequenz zwischen 1 Hz und ungefähr 40 Hz festgestellt. Es gibt auch Beweise für Einflüsse von mit höheren Frequenzen zwischen500 Hz und 1500 Hz pulsmodulierten Radiofrequenz- und Mikrowellenfeldern, während ein unmoduliertes Feld mit einer gleichen durchschnittlichen Energiedichte und der gleichen Trägerfrequenz keine Wirkung hatte. Wie bei bestimmten hämatologischen und immunologischen Wirkungen sowie bei Wirkungen auf das Nervensystem von Meereswirbeltieren, wurden amplitudenabhängige Fenster für die Wirkungen entdeckt.

(S.484/485) Da Radiofrequenz Felder stärker in das Gewebe eingekoppelt werden, als ELF Felder, induzieren sie bei vergleichbaren Spannungsgefällen in der Umgebung viel stärkere elektrische Spannungsgefälle in biologischem Gewebe. So kann man davon ausgehen, daß Radiofrequenzfelder

von ungefähr 100 MHz bei einer Bestrahlungsdichte von 1 mW pro Quadratzentimeter (61 V/m) ein Spannungsgefälle in der Größenordnung des EEGs (Elektroencephalograms) (10-100 mV/cm) induzieren, wobei die Stärke auch von den obengenannten, von der Körpergröße abhängigen, Resonanzeffekte abhängig ist. Über mehrere Tage anhaltende Veränderungen im EEG von Kaninchen wurden nach einer Bestrahlung von 2 Stunden täglich während 4-8 Wochen mit einem mit 14- 16 Hz amplitudenmodulierten elektromagnetischen Feld von 5 MHz beobachtet.

(Takashima, S.; Onoral, B.; Schwan H.P.: Effects of modulated RF energy on the EEG of mammalian brains.In: Radiat. Environ. Biophys. 16: 15-27, 1979)

Felder mit Amplituden von 90-150 V/m verstärkten die EEG Aktivität bei 10-15 Hz und 500 V/m Felder verstärkten 4-5 Hz Wellen. Bei diesen Bestrahlungen kam es nicht zur Erwärmung des Gewebes. „Ausbrüche“ von EEG Wellen in verschiedenen Gehirnbereichen der wachen Katze als bedingter Reflex auf einen Lichtblitz (die damit eine erlernte Reaktion darstellten) wurden auf Beeinflussung durch ein 147 MHz 0.8 mW/cm2 elektromagnetisches Feld getestet, das mit der vorherrschenden Frequenz des ausgesuchten vorübergehenden EEG Musters moduliert wurde.

(Bawin, S.M.; Gavalas – Medici, R.; Adey, W.R.: Effects of modulated very high frequency fields on specific brain rhythms in cats.In: Brain Res. 58: 365-384, 1978)

Die bestrahlten Tiere waren einer Kontrollgruppe in der Geschwindigkeit und Genauigkeit (ausgedrückt durch die Bandbreite des EEG Spektrums während der erlernten Reaktion) und Widerstand gegen das Verlernen (mindestens 50 Tage gegenüber 10 Tage) überlegen. Die Spezifizität der Frequenz der Modulation wurde an einer anderen Gruppe von untrainierten Tieren getestet wobei spontane vorübergehende Muster benutzt wurden, um die amplitudenmodulierten VHF elektromagnetischen Felder verschiedener Trägerfrequenzen für kurze Zeiten (20 Sekunden nach jedem Ausbruch) auszulösen. Die Elektromagnetischen Felder traten nur bei Modulation mit Frequenzen in der Nähe der biologisch dominanten Frequenzen des ausgewählten speziellen EEG Rhythmus als Verstärker (bei der Zunahme der Zahl der spontanen Rhythmen) auf. Obwohl in dieser Studie Metall Gehirnelektroden verwendet wurden, ergab sich durch Spektralanalyse der EEG Aufzeichnungen zwischen den „Ausbrüchen“ keinerlei künstliche Verstärkung von aufgeprägten Feldern an Gehirn - Elektroden Übergängen.

Über eine anhaltende Komponente in der Spektralanalyse des Ratten EEG in der Höhe der Pulswiederholrate eines Mikrowellenfeldes nach der Bestrahlung wurde berichtet.

(Servantie, B.; Servantie A.M.; Etienne, J.: Synchronization of cortical neurons by a pulsed microwave field as evidence by spectral analysis of electrocorticograms from the white rat.In: Ann. NY Acad. Sci. 247: 82-86, 1975)

Einer 10 tägigen Bestrahlung mit einem 3 GHz Feld bei 500-600 Pulsen pro Sekunde (1,0 Mikrosekunde Dauer, durchschnittliche Energiedichte 5,0 mW/cm2) folgte eine deutliche EEG Spitze bei der gewählten Impulsfrequenz, die sich in Zyklen, die mehrere Minuten dauerten, verstärkte und abschwächte. Die hohe Frequenz der hervorgerufenen Spitze im Spektrum der Gehirnwellen, über die in dieser Studie berichtet wird, könnte auf einen anderen Übertragungsmechanismus als das antrainieren von EEG Mustern hinweisen, wobei Dendriten der Neuronen des Gehirns der angenommene Ort der Beeinflussung durch natürlich-dominante Frequenzen unter 50 Hz sind.

(S.487) Gehirngewebe von neugeborenen Hühnern wurden mit einem mit Frequenzen von 0,5 bis 35 Hz zu 80 - 90 % amplitudenmodulierten elektromagnetischen Feld einer Frequenz von 147 MHz bei einer Leistungsdichte von 0,8 mW/cm2 bestrahlt. Unmodulierte Felder und Modulationsfrequenzen von 0,5 bis 3 Hz verursachten keine signifikante Veränderung im Ausstoß von (Anmerkung: radioaktiv markierten) Ca2+ Ionen. Im Gegensatz dazu stand ein zunehmender Ausstoß bei Modulationsfrequenzen von 6 Hz (10,1%, $P<0,05$), 9 Hz (14,3%, $P< 0,05$), 11 Hz (16%, $P<0,01$), und 16 Hz (18,5%, $P<0.01$). Diese Wirkung nahm bei Modulationsfrequenzen zwischen 20 und 35 Hz bei zunehmender Frequenz ab. (...)

Diese Experimente wurden von unabhängiger Seite mit einem Elektromagnetischen Feld von 147 MHz wiederholt und haben die Existenz dieses Modulationsfrequenz Fensters zwischen 9 und 16 Hz bestätigt. Die spätere Studie hat auch statistisch signifikante Effekte bei Leistungsdichten um 1,0

mW/cm2 gezeigt. Dieses Leistungsdichte Fenster wurde auch bei Gehirngewebe von Hühnern beobachtet das einem sinusförmig mit 16 Hz modulierten elektromagnetischen Feld mit einer Frequenz von 450 MHz ausgesetzt war. Verstärkter Ausstoß von (radioaktiv markiertem) Ca^{2+} fand nur bei 0,1 und 1 mW/cm2 statt ($p<0.01$) aber nicht bei 0,05 und 5 mW/cm2. Dosimetrische Messungen zeigten Spannungsgefälle in der Größenordnung von 100 mV/cm bei einer Bestrahlung mit einer Energiedichte von 1,0 mW/cm2.

(S.477) Feldstärken von 500 Mikrowatt und darüber riefen Autoimmunerkrankungen mit der Produktion von Antihirn und Antileber Antikörpern hervor.

(Shandala, M.G.; Rudnex, M.I.; Vinogradov, G.K.; Belonozhko, N.G.; Gonchar, N.M.:Immunological and hematological effects of microwaves at low power densities In: Proc. Int. Union Radio Sci.; Symp. on Biological Effects of Electromagnetic Waves, Airlie, VA, 1977, p.77)

(S.489) Relativ schwache 1,2 GHz elektromagnetische Felder (2,4 mW/cm2 CW; oder moduliert mit 1000 Pulsen pro Sekunde, Pulsdauer 0,5 Mikrosekunden, Pulsleistung 2,0 mW/cm2 und 0,2 mW/cm2 Durchschnittsleistung) verstärkten die Aufnahme von Natrium Fluorescin (in das Gehirn) bei betäubten Ratten nach 30 Minuten Bestrahlung.

(Frey, A.H.; Feld, S.R.; Frey, B.: Neural function and behavior.In: Ann. NY Acad. Sci. 247: 433-439, 1975)

Die Aufnahme von Farbe wurde durch Betrachtung von Hirnschnitten bei UV Licht bewertet. Gepulste Strahlung war 2,5 fach effektiver als das unmodulierte Feld, obwohl die durchschnittliche Leistung des CW Feldes um eine Größenordnung größer war als das gepulste Feld. (...)

Die Aufnahme von (radioaktiv markiertem) D- Mannitol war leicht aber ständig erhöht im Hypothalamus, im Hippocampus und im Neocortex von bestrahlten betäubten Ratten verglichen mit nicht bestrahlten Ratten. Auch hier gab es Beweise für ein Empfindlichkeitsfenster für die Pulsfrequenz. 50 Pulse pro Sekunde von 10 Mikrosekunden Dauer (durchschnittliche Leistungsdichte 0,3 mW/cm2) waren gleichbleibend effektiver im Hervorrufen von D-Mannitol Aufnahme als 10 Mikrosekunden Pulse mit einer Wiederholrate von 1000 Pulsen pro Minute (durchschnittliche Leistungsdichte 2.0 mW/cm2). Eine zweite ebenfalls mit betäubten Ratten durchgeführte Studie verglich die Aufnahme von jeweils radioktiv markiertem D-Mannitol, Inulin und Dextran bei Kontrolltieren und bei Tieren die einem elektromagnetischen Feld von 1,3 GHz mit 1000 Pulsen von 0,5 Mikrosekunden pro Sekunde (durchschnittliche Leistungsdichte 0,3 mW/cm2) ausgesetzt wurden. Verstärkte Aufnahme von Mannitol und Inulin folgte einem örtlichen Muster ähnlich dem in der ersten Studie gesehenen, aber die größeren Dextran Moleküle wurden kaum aufgenommen.

(S.491/492) Das Phänomen des „Radiofrequenzhörens“, mit dem Gefühl eines durch gepulste Radiofrequenzstrahlung verursachten Klickens wurde zuerst von Frey beschrieben.

(Frey, A.H., Auditory system response to RF energy.In: Aerospace Med. 32: 1140-1142, 1961)

Die unterste Grenze für die notwendige Energiedichte die ein Hören hervorrief war 1,6 Mikrojoule/cm2 für einen 1,31 GHz Puls und 5,0 Mikrojoule/cm2 für 3,0 GHz Pulse. Ein Patient mit Taubheit aufgrund der Unterbrechung der Schallübertragung im Ohr die hörte die Pulse bei den gleichen Grenzwerten wie gesunde Personen. Frey stellte ein Postulat der direkten Stimulierung der Nervenzellen auf. Es gibt jetzt viele Hinweise dafür die eine thermoelastische Expansion der Strukturen des Innenohres durch die absorbierte Energie des Pulses belegen, aber einige Aspekte dieses Phänomens unterstützen dieses Modell nicht. Die Hypothese des Strahlungsdruckes wurde von Frey zurückgewiesen. Andere Studien haben die physikalischen Parameter elektromagnetischer Felder auf die Grenze untersucht ab der das Geräusch zuerst wahrgenommen wird. Die Wahrnehmung des Geräusches hängt in erster Linie von der Spitzenleistung des Pulses ab sowie von der Pulsbreite.

(Frey, A.H.; Messenger, R., Human perception of illumination with pulsed ultra-high frequency electromagnetic energy.In: Science 181: 356-358, 1973)

Für Pulse von 15 Mikrosekunden Länge mit einer Wiederholrate von 5 Pulsen pro Sekunde wurde über einen Grenzwert zwischen 2,3 und 20 Mikrojoule pro Quadratzentimeter für jeden einzelnen Puls berichtet.

(Cain, C.A.; Rissman, W.J.,Microwave hearing in mammals at 3,0 GHz.In: Biological Effects of Electromagnetic waves.Edited by C.C. Johnson und M.L. Shore,Rockville, MD: Bureau of Radiological Health, HEW Publ. 77-8010, 1976, p. 79-88)

Die geringste Energiedichte der Einstrahlung für die Wahrnehmung der Pulse durch Menschen ist 40 Mikrojoule und die spezifische absorbierte Energiedichte beträgt 16 Millijoule pro Kilogramm für alle Pulsweiten unter 30 Mikrosekunden

(Guy, A.W.; Chou, C.K.; Lin, .C.; Christensen, D., Microwave induced acoustic effects in mammalian auditory systems and physical materials.In: Ann. NY Acad, Sci. 247: 194-218, 1975)

Die Energie dieses Grenzwertes kann die Temperatur des Gewebes nur um 5 x 10 hoch – 6 Grad Celsius erhöhen. Trotzdem ist das Hören mit der Schnecke des Ohres mit der Absorption dieser Pulse geringer Energiedichte verbunden die auf eine Verschiebung der Basilarmembran hindeuten. Eine von einem Mikrowellenpuls hervorgerufene Druckwelle in destilliertem Wasser wird im Temperaturbereich von 0 – 4 Grad Celsius invertiert, verschwindet bei 4 Grad und erscheint wieder bei höherer Temperatur in guter Übereinstimmung mit der temperaturabhängigen Dichte des Wassers.

(S.500) Welche Grundlage auch immer zur Erklärung dieser spezifischen Einwirkungen (von elektromagnetischen Wellen auf biologische Systeme) gefunden wird, die aktuelle Forschung betont immer mehr die Bedeutung der Amplitudenmodulation von Radiofrequenz und Mikrowellen Feldern bei der Aufklärung der Muster der Einwirkung auf Gewebe. Ohne Modulation mit Frequenzen unter 1 kHz und für des zentrale Nervensystem unter 20 Hz, verringert sich die Empfindlichkeit biologischer Systeme und praktisch alle beobachteten Effekte unmodulierter elektromagnetischer Felder dieser Frequenzen scheinen thermischer Natur zu sein.

Daß die Wirkungen von elektromagnetischen Wellen auf Nervenzellen bereits seit längerer Zeit der Wissenschaft bekannt ist und ein Teil dieser Forschungsergebnisse sogar, zumindest in freien Ländern wie den USA und erstaunlicherweise sogar in der UdSSR veröffentlicht worden sind, zeigt folgender Artikel der bereits 1967 in einer wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht wurde.

Brain stem evoked responses associated with low-intensity pulsed UHF energy
Allan H. Frey
In: Journal of Applied Physiology, Vol. 23, 984-988, 1967

Im Stammhirn ausgelöste Potentiale werden mit gepulster UHF Energie niedriger Intensität in Verbindung gebracht

Von der Gesamtzahl der biologischen Untersuchungen über Radiofrequenzenergie hat sich nur eine sehr geringe Zahl mit dem Einfluß auf das Nervensystem befaßt. Tatsächlich fehlen sogar Informationen darüber, welche Variablen wichtig sind und von den Forschern in Betracht gezogen werden müssen, die sich mit der Erforschung des Einflusses von Radiofrequenzstrahlung auf das zentrale Nervensystem befassen wollen. Es werden Informationen über den Einfluß der Trägerfrequenz, die maximale Leistungsdichte, die Pulswiederholrate, die Polarisation, die Position des Körpers, die effektive Dosis und die Zeit bis zum Eintreten der Wirkung benötigt. (...)

Durch Bestrahlung des Kopfes (von Katzen) mit pulsmodulierter UHF Energie wurden Potentiale im Stammhirn ausgelöst. Die untere Grenze der für die Auslösung von Potentialen notwendigen durchschnittlichen Leistungsdichte betrug ungefähr 30 Mikrowatt pro Quadratzentimeter bei Pulsen mit Spitzenleistungsdichten von 60 Milliwatt pro Quadratzentimeter. Dieser Durchschnitt liegt vier Größenordnungen unter dem für Temperaturerhöhungen notwendigen Wert. (Das bezieht sich nicht auf die Debatte über thermische gegenüber nichtthermischen Effekten von Radiofrequenzenergie. Der Autor ist der Überzeugung, daß es in dieser Debatte um Worte und nicht um die Wissenschaft geht.) Die Daten zeigen, daß die Signale ihren Ursprung in den Nerven haben und nicht durch Beeinflussung der Meßgeräte verursacht oder auf das Wahrnehmen der Bestrahlung durch das Gehör zurückzuführen sind. Der Kopf muß bestrahlt werden, damit der Effekt hervorgerufen wird wobei die Position des Kopfes von Bedeutung ist. Die Polarisation der Bestrahlung ist nicht entscheidend und ein größerer Bereich optimaler Trägerfrequenzen ist ersichtlich. In Grenzen war die Veränderung der Pulswiederholrate nicht entscheidend. Die Zeit bis zum Eintreten der Wirkung und die Dauer der Wirkung war abhängig von dem jeweils getesteten Ort im Stammhirn.

Die in den Bildern 2 bis 6 wiedergegebenen Kurven belegen diese Ergebnisse. Es handelt sich um die Wiedergaben von Computerausdrucken. Ein Maßstab für die Stärke des Signals ist nicht angegeben, da es sich um Durchschnittswerte handelt. Die Amplitude der einzelnen hervorgerufenen Potentiale lag aber eher im Bereich von Mikrovolt als im Bereich von Millivolt. Die bei verschiedenen Tieren und an verschiedenen Tagen erzielten Ergebnisse stimmten überein. Es gab kaum Hinweise auf Ermüdung der ausgelösten Potentiale, also eine Verringerung der gemessenen Amplitude, bevor die Katze während eines Versuchs mehr als 60 000 Einzelpulsen der Radiofrequenzenergie ausgesetzt war. (...)

Die in Bild 2 wiedergegebenen Daten zeigen: Die Art der an vier Orten im Stammhirn ausgelösten Aktivität; daß der Effekt nicht auf Fehlmessungen zurückzuführen ist, da er zwar kurz vor, aber nicht direkt nach dem Tod festgestellt werden kann; daß eine andere (akustische) Stimulation das Stammhirn wie zu erwarten ist stimulieren kann, daß aber bei der Verwendung von Radiofrequenzenergie in der Gehörschnecke kein Geräusch zu messen ist.

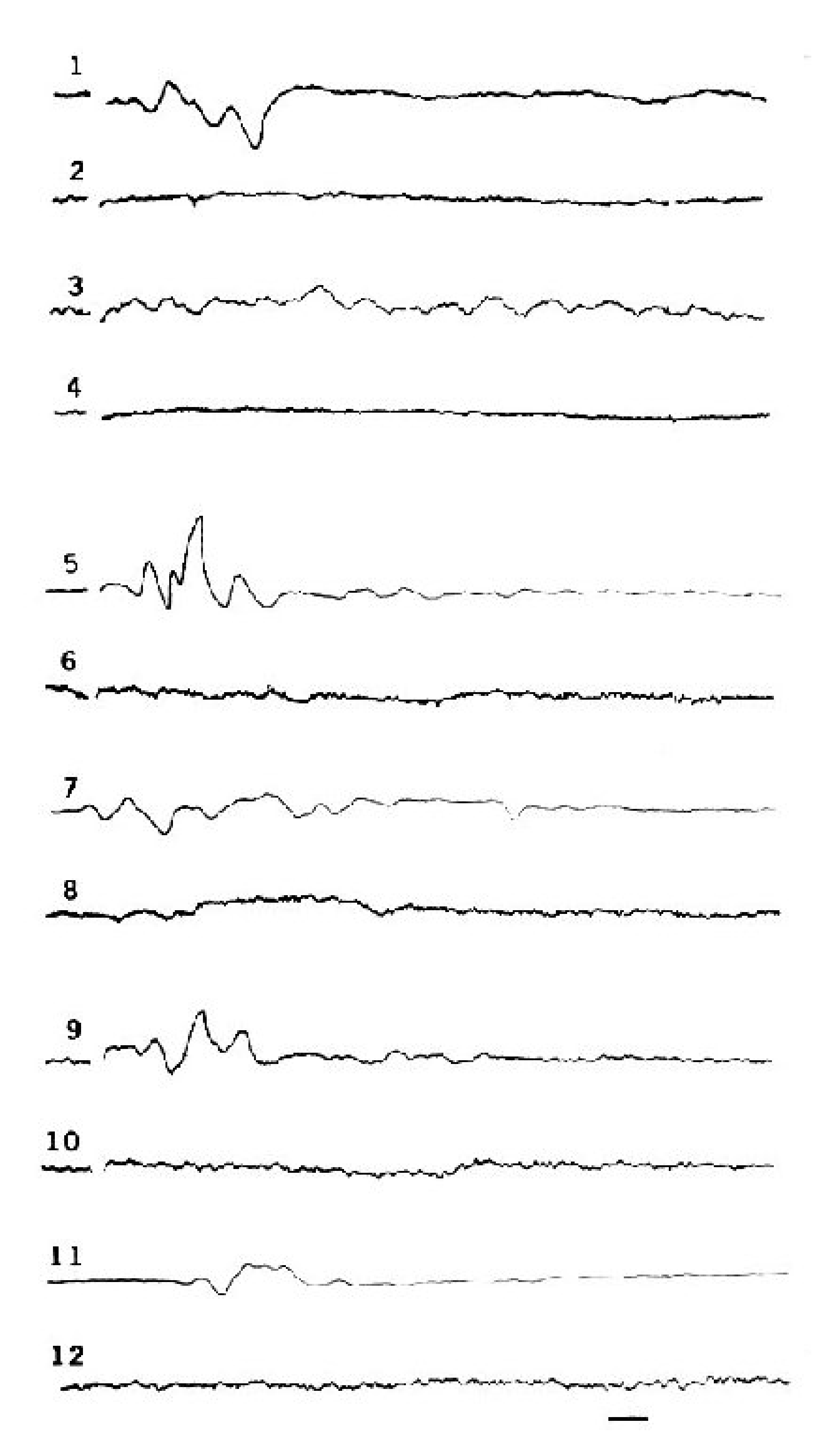


Bild 2: Computer Ausdruck von gemittelten Daten der im Stammhirn ausgelösten Potentiale. Die Elektrodenspitzen wurden in folgenden Bereichen angebracht: Nucleus Subthalamicus (1, 2); Formatio Reticularis (3, 4); Nucleus Olivaris Inferior (5 - 8); Nucleus Reticularis Paramedianus (9 - 12). Die Daten für die Kurven 1, 3, 5 und 9 wurden während Bestrahlung mit gepulster Radiofrequenzenergie einige Minuten vor dem Tod und die Kurven 2, 4, 6 und 10 einige Minuten nach dem Tod aufgezeichnet. Bei den Kurven 7, 8, 11 und 12 wurde anstatt der Radiofrequenzenergie gepulste akustische Energie verwendet. Die Kurven 7 und 11 wurden mit der akustischen Energie vor dem Tod, die Kurven 8 und 12 nach dem Tod erhalten. Die Unterbrechungen in den Aufzeichnungen mit RF Bestrahlung bei einer Millisekunde zeigen das Auftreten des Radiofrequenzpulses. Der Zeitpunkt des Auftretens der akustischen Stimulation wurde absichtlich nicht angegeben und diese Kurven sind nicht mit denen der Radiofrequenzstimulation in zeitliche Übereinstimmung gebracht worden, denn eine solche Übereinstimmung ist nicht aussagefähig, sondern könnte zu falschen

Schlüssen führen. Das geringere elektronischen Rauschens bei den Kurven mit den gemittelten Kurven der lebenden Katzen ergibt sich aus der notwendigen Verringerung der Verstärkung um die Größe des Ausdrucks an die Größe des Papiers anzupassen. Die Zeitmarke entspricht einer Millisekunde.

Bild 3 zeigt die Bedeutung der Bestrahlung des Kopfes. Bestrahlung des Körpers bei Abschirmung des Kopfes ergab keine Wirkung. Messungen der Leistungsdichte zeigten daß eine Abschirmung des Körpers mit Echosorb während der Bestrahlung des Kopfes das Feld um den Kopf herum nicht störten.

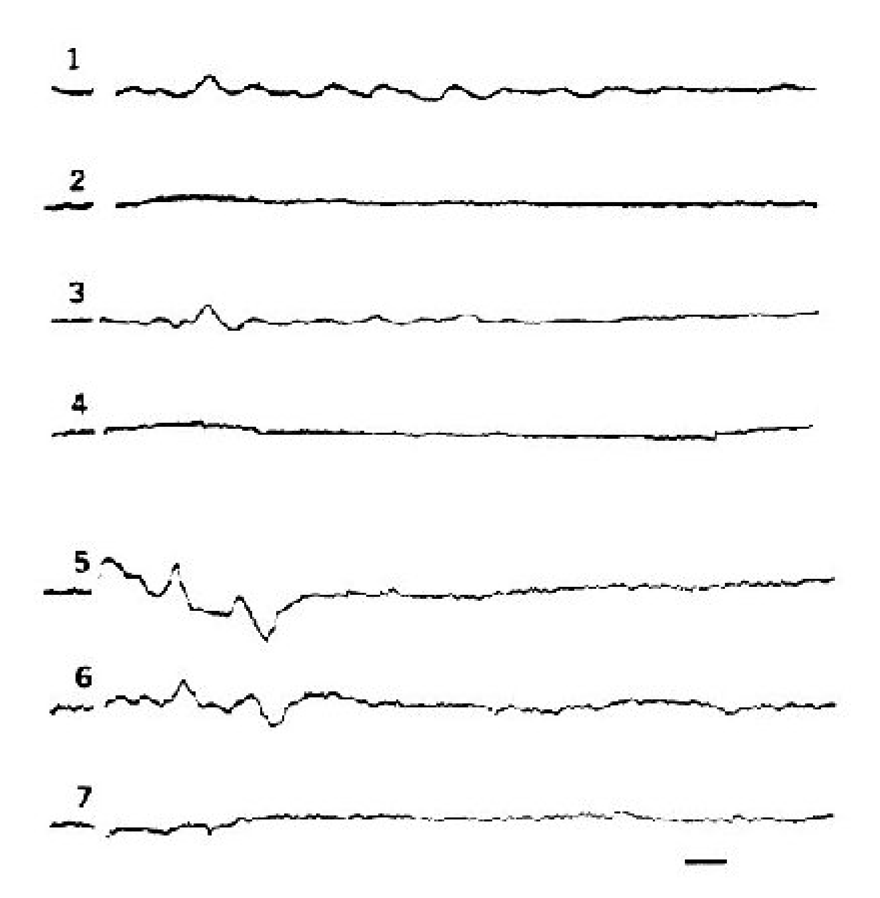


Bild 3: Computer Ausdruck von gemittelten Daten der im Stammhirn ausgelösten Potentiale. Die Elektrodenspitzen wurden in folgenden Bereichen angebracht: Nucleus Reticularis Paramedianus (1, 2); Nucleus Olivaris Inferior (3, 4); und Nucleus Subthalamicus (5 - 7). Die Kurven 1, 3 und 5 wurden aufgezeichnet während die Leistungsdichte durch Abschirmung um 20 dB verringert wurde, ohne daß die Energieverteilung in nicht abgeschirmten Bereichen gestört wurde. Die Zeitmarke entspricht einer Millisekunde.

Wie aus Bild 4 hervorgeht ist die Position des Kopfes von Bedeutung. Potentiale wurden bei verschiedenen Positionen des Körpers und des Kopfes der Katzen hervorgerufen, mit einer Ausnahme. Diese Ausnahme betraf die am hinteren Ende des Stammhirns implantierte Elektrode wenn der Kopf mit Hilfe des Kopfhalters hoch gelagert wurde. Dieses Ergebnis zeigte sich nicht, wenn sich der Kopf in der Höhe des Körpers befand oder bei Katzen bei denen die Elektrode am vorderen Ende des Stammhirns implantiert war. Die bei Katzen gewonnenen Daten, deren Kopf und Körper sich in der gleichen Ebene befanden, deren Ohren aber durch Stangen oder Ohrenstopfen verschlossen waren, haben gezeigt, daß weder die Stangen noch der Verschluß der Ohren einen Einfluß hatten. Möglicherweise war dieser insgesamt unwichtige Einfluß der Körperposition eine Folge der Geometrie des Stammhirns oder der Abschirmung eines wichtigen Gebietes durch die Elektrode. Die Polarisation der Energie scheint, wie aus Bild 4 hervorgeht, keine Bedeutung zu haben. Schwierigkeiten bei der genauen Konstanthaltung aller anderen Bedingungen während der Änderung der Polarisation macht allerdings eine eindeutige Aussage über den Einfluß der Polarisation unmöglich.

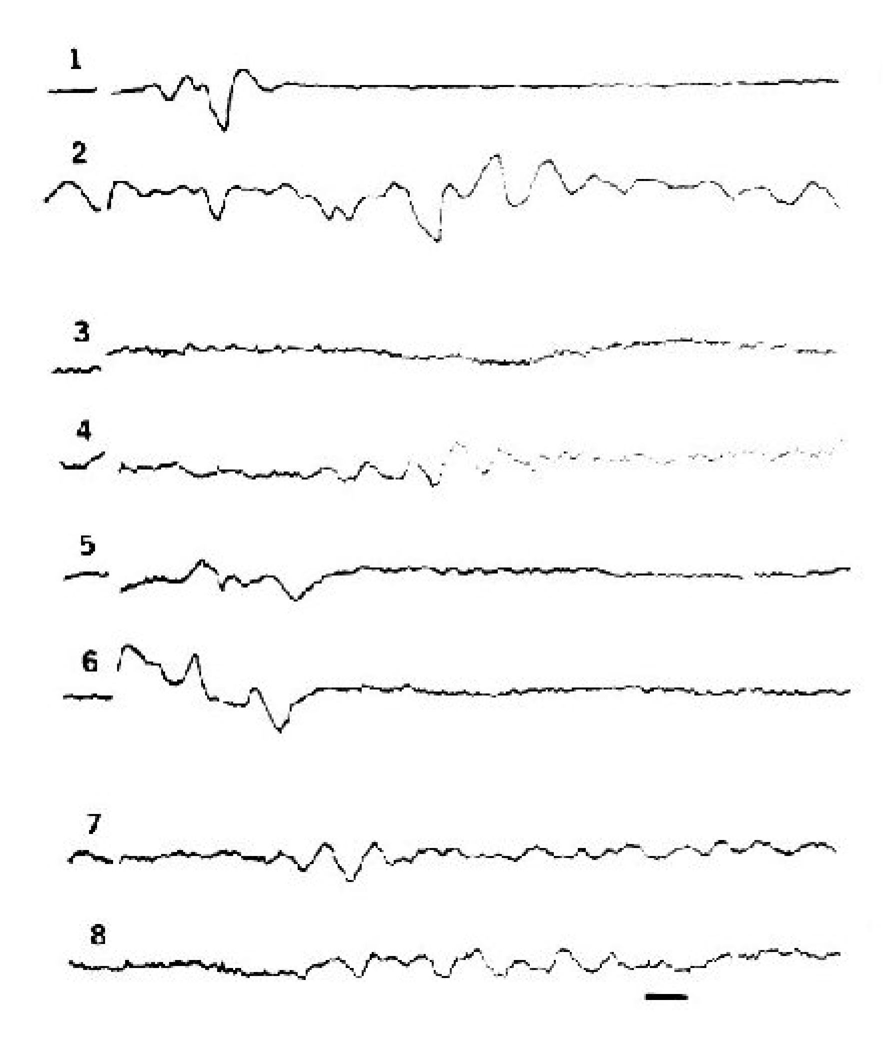


Bild 4: Computer Ausdruck von gemittelten Daten der im Stammhirn ausgelösten Potentiale. Die Elektrodenspitzen wurden in folgenden Bereichen angebracht: Nucleus Olivaris Inferior (1, 2) Formatio Reticularis (3, 4, 7, und 8) und Nucleus Subthalamicus (5, 6). Die Daten der Kurven 1, 3 und 5 wurden aufgezeichnet während der Kopf mit dem Kopfhalter höher als der Körper gehalten wurde, die Kurven 2, 4 und 6 mit dem Kopf in Körperhöhe. Der E Vektor der Radiofrequenzenergie war bei der Aufzeichnung der Daten der Kurve 7 parallel und bei der Aufzeichnung der Kurve 8 senkrecht zum Rückgrat. Die Zeitmarke entspricht einer Millisekunde.

Unsere mathematische Analyse der Radiofrequenzdurchdringung des Kopfes (einer Katze) ergab, daß eine Trägerfrequenz von ungefähr 1,2 GHz optimal wäre. (Anmerkung des Übersetzers: Resonanzfrequenz des Kopfes einer Katze) Die Ergebnisse des Versuches, die in Bild 5 wiedergegeben werden, zeigen, daß es tatsächlich eine breite Spitze optimaler Frequenzen gibt und daß die Frequenz von Bedeutung ist. Bei der höchsten verwendeten Frequenz scheint die Wirkung weniger stark ausgeprägt, was mit Berichten anderer Forscher übereinstimmt. (...) Die Spitzenleistung des Pulses ist, wie in Bild 5 zu sehen, ebenfalls von Bedeutung. Die "effektive Dosis" kann einfach bestimmt werden.

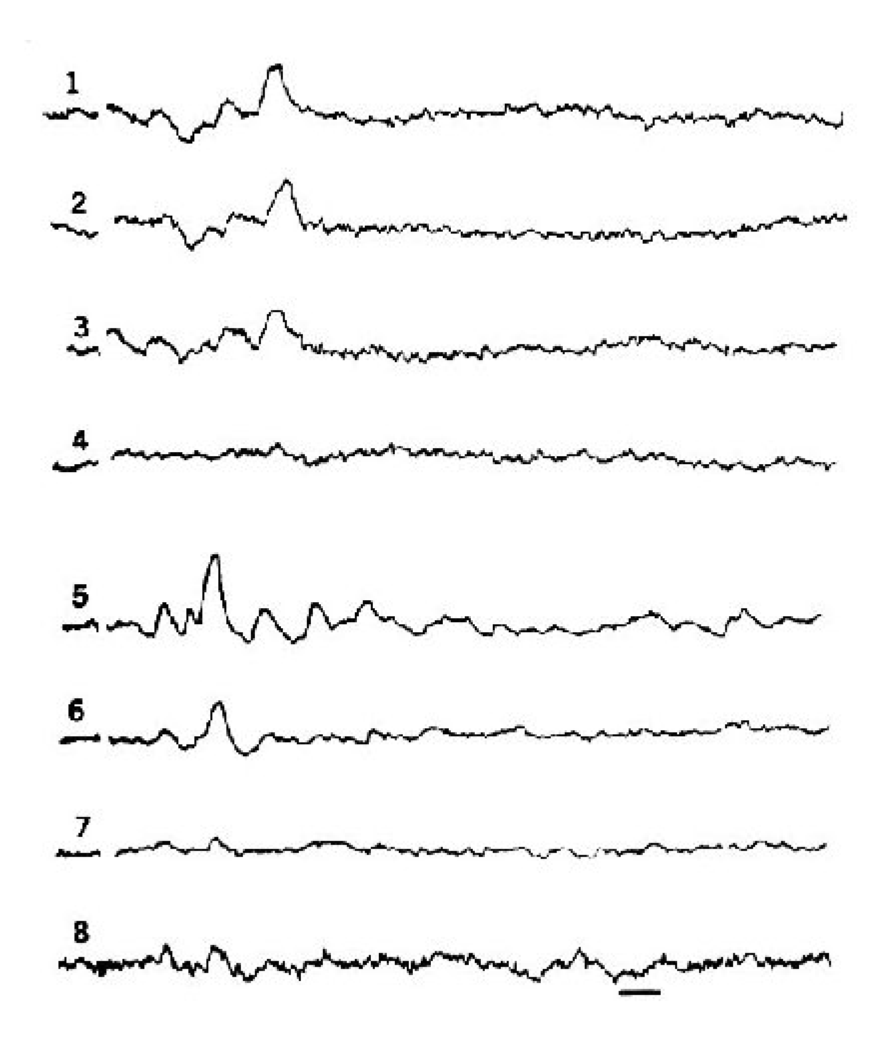


Bild 5: Computer Ausdruck von gemittelten Daten der im Stammhirn ausgelösten Potentiale. Die Elektrodenspitzen wurden in folgenden Bereichen angebracht: Nucleus Subthalamicus (1- 4) und Nucleus Olivaris Inferior (5- 8). Der verwendete Radiofrequenzträger hatte folgende Frequenzen: 1,2 GHz (Kurve 1); 1,3 GHz (Kurve 2); 1,425 GHz (Kurve 3) und 1, 525 GHz (Kurve 4). Die Trägerfrequenz für die Kurven 5 - 8 betrug 1,3 GHz wobei die Leistungsdichte nach jeder Aufzeichnung halbiert wurde. Kurve 8 wurde mit der größten möglichen Verstärkung ausgedruckt. Die Zeitmarke entspricht einer Millisekunde.

Mehrere wichtige Punkte werden in Bild 6 illustriert. Zuerst ist die Änderung der Pulswiederholrate im Rahmen des durch unsere Geräte Möglichen bei der Auslösung der hier gemessenen Reaktion ohne Bedeutung. Zum Zweiten ist die kurze Zeit bis zur Auslösung der Reaktion im Subthalamus im Vergleich zu der in der hinteren retikulären Formation benötigten deutlich zu erkennen. Drittens ist die charakteristisch diffuse und anhaltende Reaktion der retikulären Formation offensichtlich. Viertens gibt es Hinweise auf Oberwellen in der Reaktion der retikulären Formation, auch wenn diese in den hier wiedergegebenen Aufzeichnungen nicht offensichtlich sind.

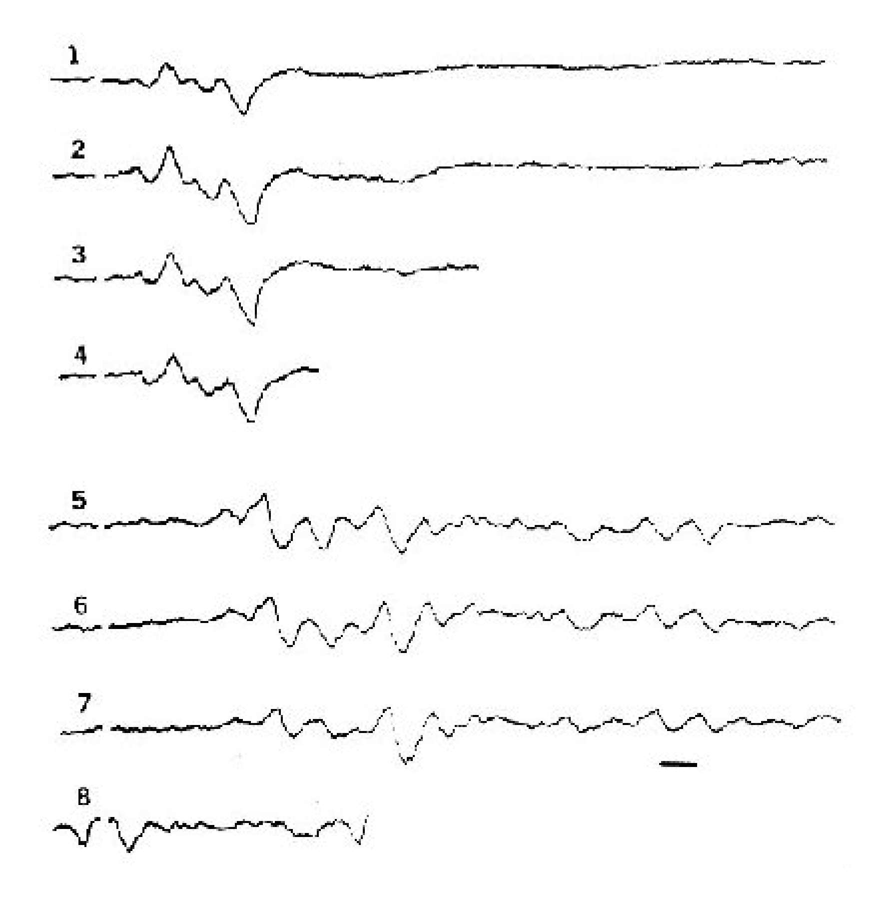


Bild 6: Computer Ausdruck von gemittelten Daten der im Stammhirn ausgelösten Potentiale. Die Elektrodenspitzen wurden in folgenden Bereichen angebracht: Nucleus Subthalamicus (1 - 4), Formatio Reticularis (5 - 8). Die Pulswiederholraten für die Kurven 1 - 4 betrugen 12, 24, 80 und 130 Pulse pro Sekunde. Für die Kurven 5 - 8 betrugen sie 12, 24, 36 und 130 Pulse pro Sekunde. Die charakteristische lange anhaltende diffuse Aktivität der Formatio Reticularis ist ebenso bemerkenswert wie die Andeutung von reticulärer Oberwellenaktivität die sich in Aufzeichnungen, die hier nicht wiedergegeben sind, deutlicher zeigen. (Anmerkung des Übersetzers: Die durch Radiofrequenzstrahlung ausgelösten Potentiale werden von den Nervenzellen des Stammhirns also wie man sieht nach kurzer Zeit (ca. 10 Millisekunden, also mit einer Frequenz von ungefähr 100 Hz) wiederholt. Auf ein solches periodisches Arbeiten der Nervenzellen lassen sich auch die Gehirnwellen zurückführen, die wiederum den Wachzustand in Abhängigkeit von ihrer jeweiligen Frequenz beeinflussen. (siehe auch “Effects of modulated very high frequency fields on specific brain rhythms in cats “) *Die Zeitmarke entspricht einer Millisekunde*

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen ziemlich deutlich die wichtigen zu berücksichtigenden Variablen bei der Verwendung von pulsmodulierter elektromagnetischer UHF Energie als Auslöser für Reaktionen im Stammhirn. Schlüsse oder Folgerungen die darüber hinaus gehen werden in keiner Weise durch die Daten gedeckt. Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, daß in geeigneter Weise pulsmodulierte elektromagnetische UHF Energie ein nützliches Werkzeug in Versuchen zum Verständnis der Funktion des Nervensystems sein könnte. Unser Verständnis der Nervenfunktion könnte durch die Ergebnisse der Vielzahl von Versuchen verbessert werden, die benötigt werden um folgende Punkte zu klären: die Ursache der hervorgerufenen Potentiale, die möglicherweise entstandenen Oberwellen, die Ursache für die Abhängigkeit der Kopfposition, die Auswirkung der Polarisation der Energie, die Ursache für den Einfluß der Trägerfrequenz, der Einfluß der Pulswiederholrate und der Mechanismus des Effektes.

Einleitung
Das Elektroenzephalogramm zeigt die an der Kopfhaut gemessene Spannung, die durch die elektrische Aktivität des Gehirns verursacht wird. Diese elektrische Aktivität findet in Wellen statt, die je nach Wachzustand des Gehirns unterschiedliche Frequenzen haben. Delta Wellen (0,5 Hz - 3,5 Hz) zeigen die niedrigste Frequenz und sind charakteristisch für den traumlosen Schlafzustand. Theta Wellen (3,5 Hz - 7 Hz) sind während schöpferischer Stimmungslage und in der Zeit kurz vor dem Einschlafen wahrnehmbar. Alpha Wellen (7 Hz - !3 Hz) zeigen sich im entspannten Ruhezustand bzw. bei fehlender Aufmerksamkeit und Konzentration. Beta Wellen (13 Hz - 25 Hz) zeigen die höchste messbare Frequenz und stehen meist im Zusammenhang mit konzentrierter Aufmerksamkeit, wie z. B. beim Lesen oder beim Lösen einer Rechenaufgabe.

Wie man sieht, zeigt also das Elektroenzephalogramm über die Frequenz der Gehirnwellen den Wachheitszustand des Gehirns an. Es drängt sich eine interessante Analogie zu der Computertechnik auf. Je höher die Taktfrequenz eines Rechners ist, desto leistungsfähiger und schneller ist er.

Bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert wurde in der Zeitschrift Brain Research veröffentlicht, wie man mit Hilfe von entsprechend modulierten elektromagnetischen Wellen selbst bei einer Frequenz von nur 147 MHz die weit unterhalb der für den Kopf einer Katze optimalen Frequenz liegt, die Gehirnaktivität und damit den Wachzustand von Katzen beeinflussen kann. Bei einer Frequenz im Bereich um 1,2 Ghz wäre das Ergebnis wohl noch deutlicher ausgefallen, denn in diesem Frequenzbereich nimmt der Körper einen viel größeren Teil der Energie auf, mit der er bestrahlt wird. Außerdem läge dieser Frequenzbereich im Bereich der Resonanz, das heißt, der Kopf einer Katze würde wie eine abgestimmte Antenne wirken, was eine weitere Steigerung der Wirkung hervorrufen würde. Der entsprechende Frequenzbereich des menschlichen Kopfes liegt bei vielleicht 400 MHz, da der menschliche Kopf ja größer ist als der einer Katze. Der Frequenzbereich von 147 MHz wurde wohl gewählt, weil es sich dabei um eine Frequenz für Funkamateure handelt, für die es also käufliche Sender gibt und bei der keine Störungen des normalen Funkverkehrs zu erwarten ist.

Effects of modulated very high frequency fields on specific brain rhythms in cats S.M. Bawin, R.J. Gavalas-Medici, W.R. Adey In: Brain Research 58, 365-384 (1973)

Die Wirkung von modulierten Hochfrequenzfeldern auf bestimmte Gehirnwellen bei Katzen

(S.366f) Bei der Durchsicht der erhältlichen Literatur erscheint es, daß die Pulswiderholrate (oder die Frequenz der Modulation der Trägerwelle) von Hochfrequenzstrahlung ein sehr wichtiger Parameter des elektromagnetischen Feldes ist wenn man die Wirkung auf das Verhalten und auf das zentrale Nervensystem betrachtet. Die Resultate von Gavalas´ Experiment zeigten sich am stärksten nach einigen Stunden Einwirkung. Um die Zeit bis zum sicheren Eintreten einer meßbaren Veränderung zu verkürzen, entschieden wir uns VHF Felder niedriger Intensität zu verwenden (147 MHz, Intensität weniger als 1 mW / Quadratzentimeter) die über einen weiten Bereich mit einer niedrigen Frequenz (0-30 Hz) Amplitudenmoduliert wurden.

(S.373) (Anmerkung: Katzen wurde nach einer Folge von Lichtblitzen durch elektrische Reizung Schmerz zugefügt. Sie erwarteten nun nach dem Erscheinen der Lichtblitze den Schmerz , was man an der Veränderung des EEGs erkennen konnte. Nach 10 Tagen wurde nur noch die Lichtblitze ohne elektrische Reizung verwendet. Die Zeit, die die Katzen brauchten, um nicht mehr auf die Lichtblitze mit der Erwartung des Schmerzes zu reagieren, ist das Maß für die Wirksamkeit der Bestrahlung bei der Verhinderung des Lernens.(...) Bei einer Bestrahlung mit einem mit 4,5 Hz Amplitudenmodulierten elektromagnetischen Feld von 147 MHz dauert es 23 Tage, an denen jeweils der Versuch wiederholt wurde, bis die Katze die antrainierte Reaktion (das Erwarten des Schmerzes, erkennbar in der Veränderung des EEG) verlernt hatte. Ohne Bestrahlung verlernte die Katze die antrainierte Reaktion innerhalb von 2 Tagen.)

Spektralanalysen (des EEG) zeigten subtile aber sehr interessante Veränderungen in den verstärkten Mustern bei den dem Feld ausgesetzten Katzen mit einer Konzentration in der Nähe der Modulationsfrequenz. (...) Ohne den Konditionierungsversuch wurden keine Veränderungen in dem aufgezeichneten EEG festgestellt, die alleine durch das elektromagnetische Feld verursacht wurden. (Anmerkung des Übersetzers: Jedenfalls nicht bei einer Frequenz von 147 MHz und nur 1 mW/cm2) (...)

Ein amplitudenmoduliertes 147 MHz elektromagnetisches Feld könnte alleine durch seine Existenz außerhalb der Zellen die Rolle eines oder mehrerer Wellengeneratoren übernehmen und dadurch zu der gesamten elektrischen Aktivität, die von der Spitze einer Elektrode aufgenommen wird, beitragen. Neu hervorgerufene elektrische Aktivitäten wurden noch in keiner Struktur des Hirns, die darauf hin untersucht wurde, gefunden. Aber vorher existierende Rhythmen wurden, wiederholt und ausschließlich, durch die Einwirkung von mit der dominanten Frequenz des vorübergehenden Rhythmus amplitudenmodulierten elektromagnetischen Feldern verstärkt. (...) Es ist möglich, daß die Stärke des Feldes zu gering ist um die dominierende Komponente zu werden, aber daß sie groß genug ist um zu einem bereits existierenden Energieband (Anmerkung: bei einer bestimmten Frequenz des EEG) beizutragen. (...)

Im folgenden Aufsatz wird die Einwirkung von elektrischen Feldern auf das Gehirn von Affen beschrieben. Es handelt sich dabei um einen ähnlichen Wirkungsmechanismus wie bei der Einwirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder mit gleicher Frequenz der Modulation im Bereich der natürlich vorkommenden EEG Aktivität.

Effect of low-level, low-frequency fields on EEG and behavior in Macaca Nemestrina. R.J. Gavalas, D.O. Walter, J.Hamer, W. Ross Adey In: Brain Research, 18 (1970) 491-501

Die Wirkung von Feldern niedriger Stärke und Frequenz auf das EEG und das Verhalten von Macaca Nemestrina

(S.491) Eine Reihe von vorangegangenen Versuchen wurde durchgeführt, um herauszufinden, ob elektrische Felder niedriger Stärke eine Wirkung auf das Verhalten und/oder das Muster der elektrischen Aktivitäten im Hirn von Affen hat. Sehr wenige Studien dieser Art wurden bei Tieren oder Menschen durchgeführt. Experimentell hervorgerufene Veränderungen der Reaktionszeit von Menschen, die Feldern niedriger Intensität und niedriger Frequenz (weniger als 12 Herz) ausgesetzt waren, wurden beschrieben.

Veränderungen der menschlichen Reaktionszeit durch mit niedriger Frequenz modulierte magnetische Felder wurden ebenfalls beobachtet. Wever hat die Veränderung des Tagesrhythmus der Aktivität von Menschen durch schwache elektrische Felder mit einer Frequenz von 10 Hertz beschrieben. (Wever, R., Einfluss schwacher elektromagnetischer Felder auf die circadiane Periodik des Menschen. In: Naturwissenschaften, 1 (1968) 29-33)

(S.429) (Elektrische) Felder niedriger Intensität (2,8 V p-p (wohl peak to peak)) zweier Frequenzen im Bereich der normalerweise im EEG gemessenen Frequenzen (0-33 Hertz) wurden verwendet. In einigen der Versuche wurden wie bei Hamers Versuchen Felder mit einer Frequenz von 10 Hertz verwendet. In anderen Versuchen wurde eine Frequenz von 7 Hertz verwendet, da sie im Bereich der Theta Wellen (4-7 Hertz) des Hippocampus liegt, eine charakteristische elektrische Aktivität des Hirns, von der gezeigt wurde, dass sie wichtig bei Orientierung und Unterscheidung ist.

Versuchsaufbau
Drei Makaken wurden mit kortikalen und subkortikalen bipolaren Elektroden implantiert. (...) Sie wurden dann trainiert, eine Schalttafel vor ihnen zu bedienen. (...) Das Tier wurde langsam daran gewöhnt, 5 Sekunden zwischen dem Drücken der Tasten zu warten, und dann innerhalb von 2,5 Sekunden den Knopf zu drücken. Wenn das Tier innerhalb der vorgesehenen Zeitspanne den Knopf drückte, wurde es mit einem Schluck Apfelsaft belohnt. Wenn es den Knopf zu früh oder zu spät drückte, bekam es keine Belohnung und der Versuch begann mit einem neuen 5 Sekunden Intervall. (...) Das Tier wurde trainiert, bis es einen hohen Grad an Erfolg (70-80%) erreichte, und der Erfolg von einem zum anderen Tag stabil blieb. (...)

Die elektrischen Felder niedriger Stärke (2,8 V p-p) und niedriger Frequenz wurden angewendet, indem die Spannung zwischen zwei großen Metallplatten mit einem Abstand von 40 Zentimetern, die so am Stuhl des Affen befestigt waren, dass sich sein Kopf vollständig in dem Feld befand , angelegt wurde. (...) Insgesamt wurden 20 Versuche mit den drei gut trainierten Affen durchgeführt. Mit allen Affen wurden zwei Versuche mit Feldern von 7 Hertz und zwei vergleichbare Kontrollversuche ohne elektrisches Feld durchgeführt. Mit zwei Affen wurden zwei Versuche mit Feldern von 10 Hertz und zwei Kontrollversuche ohne elektrisches Feld durchgeführt.

(S.494) Die 10 Hertz Versuche verursachten keine zuverlässige Wirkung auf das Verhalten. Bei einem Tier (Z) war die durchschnittliche Zeit zwischen den Reaktionen durch das 10 Hertz Feld nicht verändert. Es reagierte etwas schneller beim zweiten Versuch, allerdings nicht signifikant. Bei Tier J war die Zeit zwischen den Reaktionen im ersten 10 Hertz Versuch schneller und im zweiten langsamer.

(S.496) Beim 7 Hertz Versuch wurden aber große und gleichbleibende Veränderungen bei allen Tieren beobachtet. Tier Z zeigte eine Verschiebung der durchschnittlichen Reaktionszeit in Richtung auf eine kürzere Reaktionszeit. Der Unterschied betrug ungefähr 0,5 Sekunden beim ersten Versuch. Dieses Ergebnis wurde beim zweiten Versuch bestätigt und diese Veränderungen waren statistisch hochsignifikant. Im Allgemeinen wurden die Zeiten bis zur Reaktion kürzer während sich die Zahl der Reaktionen nicht deutlich veränderte. Für das zweite Tier (J) war die Zeit zwischen den Reaktionen im ersten Versuch signifikant in Richtung schnellerer Reaktionen verschoben. Allerdings wurde diese Veränderung beim zweiten Versuch nicht beobachtet. Das dritte Tier (A) zeigte wie das Erste unter dem Einfluß des 7 Hertz Feldes eine Verschiebung in Richtung zu schnelleren Reaktionen. Dieser Unterschied war statistisch signifikant und wurde im zweiten Versuch bestätigt. Der Prozentsatz von richtigen Reaktionen (nämlich die zwischen 5 und 7,5 Sekunden) unterschieden sich bei den Affen J und Z nicht während das Feld eingeschaltet war. Affe A, der eine große Zahl von sehr langen Zeiten zwischen den Reaktionen hatte während das elektrische Feld abgeschaltet war, zeigte eine Zunahme von 16 Prozent und 21 Prozent bei den richtigen Reaktionen, wenn das Feld eingeschaltet war. In der Zusammenfassung zeigten 5 von den 6 Versuchen eine Veränderung in Richtung auf signifikant kürzere Zeiten zwischen den Reaktionen bei den elektrischen Feldern mit einer Frequenz von 7 Hertz im Vergleich zur Bedingung ohne elektrisches Feld. Alle diese durchschnittlichen Unterschiede betrugen 0,4 Sekunden oder mehr. (...) Wie man sieht unterscheiden sich die Ergebnisse der verschiedenen Affen voneinander und ebenso ist die Konstanz der Ergebnisse bei den Affen unterschiedlich. Trotzdem ist die Richtung der durchschnittlichen Änderung unter Einfluß des Feldes bemerkenswert konstant und das Maß der Änderung ist relativ groß.

EEG Daten

Die Ansicht der EEG Daten während des Experiments zeigten keine deutlichen auf das elektrische Feld zurückzuführenden Effekte. Eine Untersuchung der Verteilung der prozentualen Leistung pro Frequenz des EEG Spektrums zeigte kleine Leistungsspitzen bei einigen Hirnstrukturen in der Frequenz des elektrischen Feldes. (...) (S.498) Es war keine Wirkung auf das EEG bei anderen Frequenzen als den angewendeten sichtbar, aber das Analyseprogramm Discan wurde mit den Daten eines Tieres (J) programmiert und zeigte starke Auswirkung (Verstärkung und Kohärenz) bei Vielfachen der Frequenz des Feldes.(...)

(S.499)**Diskussion**

Das Resultat der Untersuchung des Verhaltens legt nahe, dass die Einwirkung eines elektrischen Feldes mit einer Frequenz von 7 Hertz bei dem Versuchstier zu einer kürzeren Zeitspanne zwischen den Reaktionen führte. Die Ergebnisse mit den elektrischen Feldern mit einer Frequenz von 10 Hertz waren nicht zuverlässig. Die Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrolltieren bei der Frequenz von 7 Hertz waren bei 5 von 6 Versuchen signifikant und diese Unterschiede wurden bei allen 3 Versuchstieren beobachtet. Trotz großer Unterschiede der Ergebnisse bei den verschiedenen Affen war die Veränderung in der Zeit zwischen den Reaktionen sehr gleichmäßig in Richtung auf eine schnellere Reaktion. Auch war die Veränderung mit 0,4 Sekunden oder mehr ziemlich groß.

Zunahme der EEG Intensität bei der Frequenz des elektrischen Feldes wurde bei allen 3 Tieren (...) beobachtet. Diese Veränderungen wurden bei 7 Hertz und bei 10 Hertz beobachtet. Übereinstimmungen (Kohärenz) zwischen Sinuswelle und den reagierenden Gehirnstrukturen waren bei eingeschaltetem Feld immer höher als bei ausgeschaltetem Feld. (...) Die Übereinstimmung von Beweisen für einen Effekt elektrischer Felder auf das Verhalten von Tieren und auf die elektrische Aktivität des Gehirns ist ermutigend. (...)

Zusammenfassung

Eine Reihe von Versuchen wurde durchgeführt um die Wirkung von niederfrequenten elektrischen Feldern niedriger Intensität auf das Verhalten und das EEG von Affen zu untersuchen. Drei Affen wurden Elektroden (...) implantiert und sie wurden trainiert, Schalter nach einem zeitabhängigen Muster zu betätigen. Die Affen wurden belohnt, wenn sie den Schalter nach 5 Sekunden während eines Zeitraumes von 2,5 Sekunden drückten. Nachdem die Affen diese Aufgabe gut beherrschten, wurden sie unter einem elektrischen Feld niedriger Intensität (2,8 V p-p) getestet. Die Spannung wurde an 2 große Metallplatten mit einem Abstand von 40 Zentimetern zueinander angelegt so dass sich der Kopf des Affen vollständig im elektrischen Feld befand. Die Frequenz des Feldes wurde mit 7 und 10 Hertz im Bereich des normalen EEG (0-33 Hertz) gewählt. (...) Während der Einwirkung des elektrischen Feldes mit 7 Hertz zeigten die Affen in 5 von 6 Versuchen eine signifikant kürzere Zeit zwischen den Reaktionen. Der durchschnittliche Unterschied zwischen Feld ein und Feld aus betrug 0,4 Sekunden oder mehr. Das 10 Hertz Feld hatte keinen zuverlässigen Einfluß auf das Verhalten. Die

Analyse der EEG Daten zeigten eine relative Leistungsspitze bei der Frequenz der Felder (7 Hertz und 10 Hertz).

Eine interessante Wirkung von Bestrahlung mit elekromagnetischen Wellen zeigt folgender Beitrag in der Zeitschrift Aggressive Behaviour. Ein idealer Ansatz für totalitäre Regime, die Opposition ruhig zu stellen, oder auch um verdiente Mitarbeitern des Systems mit "Freundinnen" zu versorgen, indem man den Widerstand der gewünschten Frauen bricht.

Exposure to RF Electromagnetic Energy Decreases Aggressive Behavior Allen H. Frey, Jack Spector In: Aggressive Behavior, vol. 12, pp 285- 291

Bestrahlung mit radiofrequenter elektromagnetischer Energie verringert aggressives Verhalten

(S.285ff)Aufgrund der Dopamin-Opiat System Hypothese wurde vorhergesagt, daß durch leichten Druck auf den Schwanz hervorgerufene Aggression durch Bestrahlung des Tieres mit radiofrequenter elektromagnetischer Energie beeinflußt würde. In einer Reihe von drei Experimenten wurde festgestellt, daß es zu einer bedeutenden Verringerung des aggressiven Verhaltens während der Bestrahlung durch elektromagnetische Energie bei Energiedichten von nur 50 Mikrowatt pro Quadratzentimeter kommt. Dieser Befund stimmt mit bereits veröffentlichten Berichten überein, die darauf hinweisen, daß die Dopamin und Opiat Systeme des Gehirns durch Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie niedriger Intensität beeinflußt werden. Es scheint, daß Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie als ein Werkzeug bei der Untersuchung von Aggressionen und deren Verbindung mit der Chemie des Gehirns benutzt werden kann. Da diese Form von Energie heute überall und in sehr unterschiedlicher Verteilung in der Umwelt gefunden werden kann, könnte darin ein Schlüssel zum Verständnis aggressiven Verhaltens vom klinischen Standpunkt und vom Standpunkt der notwendigen Berücksichtigung bei Experimenten liegen.
Frey and Spector haben 1976 die Hypothese aufgestellt, daß die Dopamin Systeme des Gehirns an der Vermittlung der Effekte von radiofrequenter elektromagnetischer Energie beteiligt sind. Eine Reihe von Experimenten die durchgeführt wurden, um diese Hypothese zu überprüfen, zeigten, daß die Dopamin Systeme des Gehirns durch eine solche Bestrahlung beeinflußt werden können. (...)

Versuch 1
Angriff ist ein typisches Verhalten für eine Ratte, die gereizt wird oder sich von einer anderen Ratte herausgefordert fühlt. Die Ratten nehmen Angriffshaltung ein und beginnen einen kurzen Angriff oder Kampf, gefolgt von unterwürfigem Verhalten einer der Ratten. Sechzehn männliche Sprague-Dawley Ratten (...) wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt: Paare der einen Gruppe wurden während ihres Kampfes mit elektromagnetischer Energie bestrahlt während Paare der Kontrollgruppe nicht bestrahlt wurden.(...)

Ein hölzerner Hebel (...) drückte wiederholt die Schwänze der beiden Ratten mit einem leichten Druck von 120 Gramm pro Quadratmillimeter gegen eine Stange. (...) Die Frequenz der Energie betrug 1,3 Hz mit einer Pulslänge von 0,5 Millisekunden und einer Pulswiederholrate von 1000 Pulsen pro Sekunde (PPS): Die durchschnittliche Energiedichte betrug 650 Mikrowatt pro Quadratzentimeter.(...)

Die verschiedenen möglichen Verhaltensformen wurden in drei sich gegenseitig ausschließende Gruppen eingeteilt: in Angriffsstellung gehen, einschließlich des Zurückschreckens und des sich Aufbauens; Angriff einschließlich des Ringens; und Unterwerfungs- und Siegerverhalten.(...) Das aggressive Verhalten wurde von einem Beobachter bewertet, der nicht wußte, ob die Ratten bestrahlt wurden oder nicht. (...) Bei jedem Versuch wurde für jede Kategorie aggressiven Verhaltens die jeweilige Dauer und die Häufigkeit des Auftretens bewertet.(...)

Ergebnis:
Die bestrahlte Gruppe zeigte weniger aggressives Verhalten als die nicht bestrahlte. (...) Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie verringerte die Dauer und die Zahl der Episoden des Kampfes signifikant.

Dauer der Angriffsstellung bei Bestrahlung: 110%
Anzahl der Angriffsstellungen bei Bestrahlung: 135%
Dauer des Angriffs bei Bestrahlung: 25%
Anzahl der Angriffe bei Bestrahlung: 30%

Dauer des Unterwerfungs- und Siegerverhaltens bei Bestrahlung: 90%
Anzahl des Unterwerfungs- und Siegerverhaltens bei Bestrahlung: 40%

Anmerkung: Jeweils im Verhältnis zur unbestrahlten Gruppe

Versuch 2
Sechzehn männliche Sprague-Dawley Ratten (...) wurden benutzt. Alle Versuchsbedingungen und Vorgehensweisen waren die Gleichen außer den folgenden: Die bestrahlte Gruppe wurde niedrigerer Energie ausgesetzt mit einer durchschnittlichen Energiedichte von 200 Mikrowatt pro Quadratzentimeter bei einer Pulsstärke von 400 Mikrowatt pro Quadratzentimeter. Die Kategorie Angriff war in zwei Unterkategorien unterteilt, nämlich Kämpfen oder Boxen und Ringen.

Ergebnis:
Das Ergebnis entsprach dem des ersten Experiments. (...) Die Dauer der Episoden der Angriffshaltung, des Kämpfens, des Ringens und des Unterwerfungs- und Siegerverhaltens wurden durch elektromagnetische Bestrahlung signifikant verringert.

Dauer der Angriffsstellung bei Bestrahlung: 65%
Anzahl der Angriffsstellungen bei Bestrahlung: 65%
Dauer des Kämpfens bei Bestrahlung: 30%
Anzahl des Kämpfens bei Bestrahlung: 40%
Dauer des Ringens bei Bestrahlung: 25%
Anzahl des Ringens bei Bestrahlung: 35%
Dauer des Unterwerfungs- und Siegerverhaltens bei Bestrahlung: 60%
Anzahl des Unterwerfungs- und Siegerverhaltens bei Bestrahlung: 40%

Anmerkung: Jeweils im Verhältnis zur unbestrahlten Gruppe

Versuch 3
Dieser Versuch wurde durchgeführt um die Variablen der elektromagnetischen Energie (Durchschnittsleistung, Leistung während des Pulses und Pulslänge) die für die in den Versuchen 1 und 2 beobachteten Änderungen des Verhaltens relevant sein könnten, zu bewerten.

Sechzig männliche Sprague-Dawley Ratten (...) wurden nach dem Zufallsprinzip in acht Gruppen aufgeteilt, sechs pro Gruppe außer der nicht bestrahlten Gruppe, die 18 Tiere umfaßte. Alle Versuchsbedingungen und Vorgehensweisen waren die Selben wie in den Versuchen 1 und 2 außer der Bestrahlung die nach folgender Tabelle vorgenommen wurden:

Durchschnittsleistung Mikrowatt/Quadratzentimeter	Pulsleistung Mikrowatt/Quadratzentimeter	Pulslänge Millisekunden
100	200	0,5
50	100	0,5
25	50	0,5
20	200	0,1
10	100	0,1
5	50	0,1
0	0	0
200	200	Dauerstrahlung

Ergebnis:
Gepulste elektromagnetische Strahlung reduzierte aggressives Verhalten bedeutend bei durchschnittlichen Leistungsdichten von 50 und 100 Mikrowatt pro Quadratzentimeter. 20 Mikrowatt zeigten keine Wirkung. (...) Dauerstrahlung mit elektromagnetischer Energie bei einer Leistungsdichte von 200 Mikrowatt pro Quadratzentimeter reduziert Aggressivität.(...) Bei Ratten einer Gruppe, deren Leistung während der Pulse der Leistung der Dauerbestrahlung entspricht, ist die Dauerbestrahlung effektiver in der Reduzierung der Aggression wenn die Durchschnittsleistung der gepulsten Gruppe 20 Mikrowatt pro Quadratzentimeter entspricht. Wenn die Durchschnittsleistung 100 Mikrowatt pro

Quadratzentimeter beträgt, ist die Dauerbestrahlung ebenfalls effektiver, aber der Unterschied ist sehr gering.

Diskussion
Das Muster der Daten über die Nerven und das Verhalten, das sich aus der Literatur ergibt, stimmt mit der Hypothese überein, daß die Dopamin Opiat Systeme des Gehirns durch Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie beeinflußt werden. Die Resultate der drei Experimente über die hier berichtet wird, stimmen mit einer solchen Hypothese überein, denn es kam zu einer Reduzierung der Aggression bei Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie.

Es scheint, daß es einen Unterschied in der Stärke des Effektes in Abhängigkeit von der Spitzenleistung und der Durchschnittsleistung gibt, aber Puls- und Dauerbestrahlung sind beide effektiv in der Beeinflussung von aggressivem Verhalten. Bei den benutzten Versuchsbedingungen waren weniger als 100 Mikrowatt pro Quadratzentimeter notwendig, um das Verhalten zu beeinflussen. Bei diesen Versuchen schien die Pulslänge nicht von Bedeutung zu sein.

Die Resultate einer Anzahl von verschiedenen Experimenten zeigen übereinstimmend, daß radiofrequente elektromagnetische Energie die Gehirnfunktion von gesunden Säugetieren bei durchschnittlichen Leistungsdichten von weniger als 100 Mikrowatt pro Quadratzentimetern beeinflussen kann. In Hinsicht auf die vorhergesagte Bedeutung der Hypothese der Dopamin Opiat Systeme könnte es sein, daß diese Systeme des Gehirns beteiligt sind.

Es scheint, daß Bestrahlung mit radiofrequenter Energie als ein Mittel zur Erforschung von Aggression in Verbindung mit chemischen Vorgängen im Gehirn benutzt werden kann. Da diese Energie heute überall in der Umwelt vorhanden ist, und zwar in sehr unregelmäßiger Verteilung, könnte das zum Verständnis aggressiven Verhaltens aus klinischer Sicht und im Hinblick auf die notwendige Berücksichtigung in Experimenten führen.

Pulse modulated UHF illumination of the heart associated with change in heart rate. Frey, A.H.; Seifert, E. In: Life Sciences Vol. 7, p 505-512, 1968

Die Beeinflussung des Herzschlages durch Bestrahlung mit hochfrequenten elektromagnetischen Wellen

(S.505) **Zusammenhang zwischen Bestrahlung des Herzens mit pulsmodulierter UHF Energie und Änderung der Schlaggeschwindigkeit**

(S.506) Zweiundzwanzig isolierte Froschherzen wurden mit UHF Energie Pulsen bestrahlt die mit der P Welle des EKG synchronisiert waren. Die UHF Quelle lieferte Pulse von 10 Sekunden Dauer (*Anmerkung: Es fehlt vor "Sekunde" ein Zeichen. Soll wohl Mikrosekunden heißen, siehe unten*) bei einer Trägerfrequenz von 1,425 GHz (Wellenlänge = 20 cm). Wegen der geringen Pulslänge wurde die Energie in der tatsächlich in einem Spektrum um die genannte Frequenz abgestrahlt. Jede EKG P Welle löste einen UHF Energiepuls aus. Die Herzen wurden zum Zeitpunkt der Spitze der P Welle, 100 Millisekunden sowie 200 Millisekunden nach der Spitze der P Welle bestrahlt. (...)

(S.510) Das Experiment begann mit dem Köpfen eines Grassfrosches und dem Herausnehmen des Herzens. Das Herz wurde mit der Rückenseite nach oben und mit seiner Längsaxe parallel zum E Vektor (*Anmerkung: des elektromagnetischen Feldes*) auf dem Halter plaziert. (...) Die während der Pulse abgestrahlte Leistung betrug 60 mW/cm2. Bei einem Puls pro Sekunde mit einer Pulsdauer von 10 Mikrosekunden beträgt die Durchschnittsleistung 0,6 Mikrowatt, das heißt sie ist sehr gering. (...)

Bei der Bestrahlung des Herzens 200 Millisekunden nach der P Welle, also zu der Zeit in der bei unserem Experiment der QRS Komplex auftrat, nahm die Frequenz des Herzschlages zu. (...) In der Hälfte der Fälle kam es in Verbindung mit der Bestrahlung zu Arrhythmien. Gelegentlich hörte das Herz nach einer Zeit der Arrhythmie auf zu schlagen. (...) Aus den Daten für die Bestrahlung zum Zeitpunkt der P Welle oder 100 Millisekunden danach könnte man ebenfalls auf eine Beeinflussung der Herzgeschwindigkeit schließen. Allerdings halten die Forscher die Daten für die Verzögerung von 0 und 100 Millisekunden für nicht schlüssig. Wenn bei diesen Verzögerungen eine Wirkung existiert, bedarf es einer größeren Zahl von Versuchen um diese Wirkung nachzuweisen und eine statistische Signifikanz zu erreichen.(...)

(S.511) Die Ergebnisse der Kontrollversuche zur Feststellung ob die Bestrahlung mit UHF Energie die Bedingung ist, um diese Wirkung hervorzurufen, zeigt daß Bestrahlung notwendig ist. Wenn eine Abschirmung aus Echosorb zwischen Antenne und dem präparierte Herz gebracht wurde, war keine Auswirkung zu erkennen. (...)

(S.512) **Zusammenfassung**
Neuere Berichte zeigen, daß Bestrahlung mit UHF Energie das Herz und das zentrale Nervensystem beeinflussen. Isolierte Froschherzen wurden in dieser Untersuchung mit pulsmodulierter UHF Energie bestrahlt. Die Pulse wurden mit dem EKG synchronisiert um eine positive Rückkopplung hervorzurufen. Statistisch signifikante Veränderungen des Herzrhythmus wurden auf die UHF Bestrahlung zurückgeführt. Es wurde erkannt, daß umfangreichere Forschungen angebracht sind.

Bei der Beeinflussung elektrischer Vorgänge im menschlichen Körper kommt es vor allem darauf an, daß die hervorgerufenen Ströme und Spannungen den natürlichen von den Körperzellen verwendeten elektrischen Signalen ähneln. Es spielt dabei für die Nervenzellen keine Rolle ob das elektrische Signal durch ein magnetisches, ein elektrisches oder durch ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld ausgelöst wird. Allerdings ist als Waffe oder zur Folter in der Regel nur Radiofrequenzstrahlung einsetzbar, da Hochfrequenzstrahlung auf größere Entfernung übertragen werden kann, während niederfrequente elektrische oder magnetische Felder nur eine geringe Reichweite haben und aus diesem Grund im allgemeinen uninteressant sind. Trotzdem ist der folgende Aufsatz auch für die Wirkung von Radiofrequenzstrahlung interessant, da er zeigt, daß die Form der im Körper hervorgerufenen Ströme und Spannungen für die Wirkung auf die Zellen entscheidend ist.

Die Infrarotstrahlung des Menschen als physiologischer Wirkungsindikator des niederfrequent gepulsten schwachen Magnetfeldes

U. Warnke; G. Altmann
In: Zeitschrift für physikalische Medizin Nr.3, 8 (1979), S. 166-174

Randbedingungen der Infrarotstrahlung des Menschen
(...) Die von der Oberfläche des menschlichen Körpers ausgehende Infrarotstrahlung (Radiation) ist eine Form der Wärmeabgabe. (...) Der menschliche Körper gibt an die Gegenstände bzw. Wände des Raumes, also auch an das Detektorsystem, seine Wärmestrahlung ab. (...) Die Strahlung macht in der gesamten Wärmeabgabe in normaltemperierter Umgebung und bei Grundumsatzbedingungen ca. 60 % aus und muß deshalb als Hauptfaktor der charakterisierenden Wärmekriterien des menschlichen Körpers angesehen werden. (...)

Thermogrammaufnahme und -Auswertung
Zwei verschiedene Systeme kamen zur Anwendung: System AGA Thermovision 680, Schweden und System UTI Spectrotherm 900, USA. (...) Die Thermographie erlaubt die quantitative Messung vieler diskreter Punkte gleichzeitig und ergibt ein kalibriertes Wärmebild der Körperoberfläche. Die registrierbare Temperaturdifferenz liegt bei < 0,2° C. (...)

Magnetfeldapplikation
Zur Verfügung standen 2 solenoide Magnetfeldtrommeln (Spulendurchmesser 0,5 m; Höhe 0,45m) und 2 Streufeldapplikatoren in Flachbauweise (Größe 0,2 x 0,5 m²) (Systeme elec.). Der Spulenstrom beträgt max. 2,5 A bei einer Spannung von 220 V. Die resultierende magnetische Induktion kann stufenlos von 0 bis effektiv 3 x 10hoch-3 Vs/m² (= 30 Gauß) reguliert werden. Gemessen wurde mit einer Hall-Sonde an Orten höchster Feldstärke. (...)

Der Spulenstrom und damit das Magnetfeld wird im System geschaltet, indem ein Rechteckgenerator mit symmetrischem Tastverhältnis einen Thyristor steuert. Es ergibt sich folgendes Bild (s. Oszillographenaufnahme Abb. 3a): Ein Doppelimpuls hat die Folgefrequenz von 50 Hz und bildet Impulspakete, deren zeitliche Wiederkehr einstellbar von 0,1 bis 50 Hz ist und deren Dauer mit der Einstellung verändert wird. Der Doppelimpuls hat Anstiegsflanken entsprechend 500 Hz und endet mit einer gedämpften Schwingung von 8 kHz. Als zusätzliche Impulskomponente ist eine gedämpfte 10 kHz Schwingung von 3 msec Dauer und einer Folgefrequenz von 10-20 Hz vorhanden, dessen Amplitude je nach Amplitudeneinstellung teilweise sehr viel größer als die übrigen Impulsamplituden ausfällt (7:1).

Die Probanden wurden entweder dem Streufeldbereich der magnetischen Feldgeneratoren ausgesetzt oder die Trommel umschloß den Probandenkörper, wobei ein Teil des Körpers von einem weitgehend homogenen Feld durchdrungen wurde. Bei einer umfangreichen Versuchsserie zur Testung des Wirkungsmechanismus kam der Streufeldapplikator lediglich im Kopfbereich zum Einsatz. Die Probanden wussten nicht, wann das Feld eingeschaltet war. Aus psychophysiologischen Erwägungen schaltete in einigen Versuchen ein 1. Experimentator - für die Probanden sichtbar - am Steuergerät, wobei ein 2. Experimentator - für Proband und 1. Experimentator unmerkbar - nach eigenem Rhythmus die Verbindung zur Magnetspule herstellte. Da diese Versuche vom 1. Experimentator ausgewertet wurden und erst danach das Protokoll des 2. Experimentators eingearbeitet wurde, sind diese Versuche als "Doppelblindtests" anzusehen. (...)
Ausgewertet wurde die Infrarotstrahlungsänderung bei Einschalten des Magnetfeldes über eine bestimmte Zeit. (...)

Ergebnisse
Das magnetische Wechselfeld mit Pulsfolgefrequenzen bzw. Impulsfrequenzen größer 10 Hz erhöht die Infrarotstrahlung der Körperoberfläche um eine individuell unterschiedliche Größe (Abb. 1, 2, 3). Änderungsgeschwindigkeit und Änderungsgröße der Strahlung ist 1. seitens des physikalischen Reizes zusammenfassend abhängig von:
1.1 der Verlaufsform des Magnetfeldes bezüglich Impuls und Frequenz,

1.2 einer für verschiedene Frequenzen unterschiedlichen magnetischen Feldintensität,
1.3 der Dauer der Magnetfeldeinwirkung,

- und 2. seitens des Probanden abhängig von:
2.1 der dem Magnetfeld ausgesetzten Körperregion,
2.2 dem Alter,
2.3 einer vorerst nicht definierbaren Sensibilität (wahrscheinlich der Reaktionslage peripherer oder zentraler Kreislaufregulatoren oder der Erregung humoraler Stoffwechselsteuerungen und circadianer Rhythmen),
2.4 vorheriger Dauer bzw. Häufigkeit der Magnetfeldapplikation in der Zeiteinheit,
2.5 gleichzeitig gesetzten Reizmodalitäten mit bevorzugter Antwortreaktion (z. B. Nahrungsaufnahme).

Die Thermogramme des UTI-Systems lassen infolge ihrer hohen Auflösung eindeutig erkennen, daß die unter Magnetfeldeinfluß laufend steigende Energieabstrahlung der Körperoberfläche von den arteriellen Blutgefäßen ausgeht, die sich visuell immer stärker (heller) hervorheben und schließlich die angrenzenden Gewebeabschnitte "aufheizen" (Abb.1)

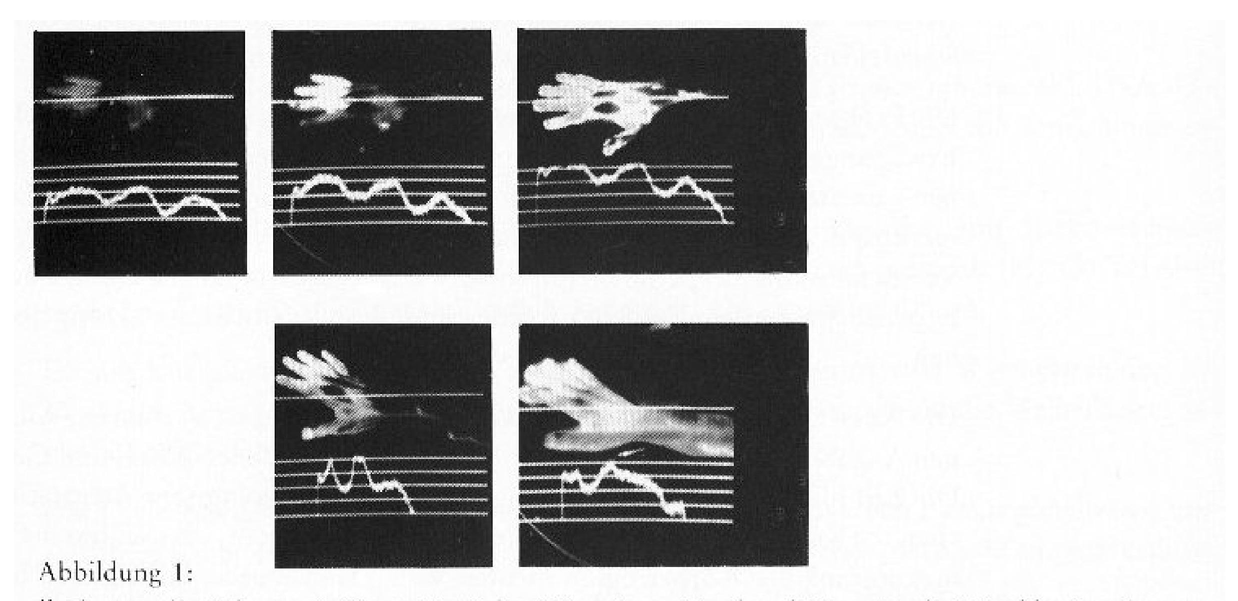


Abbildung 1:
Änderung der Infrarotstrahlung (Bereich $\approx 10\,\mu m$) von Hand und Unterarm bei Applikation eines gepulsten Magnetstreufeldes in Kopfhöhe (Impulsfrequenz 50 Hz, Impulspaketfolgefrequenz 10 Hz; Induktion 6×10^{-4} Vs/m^2). Reaktion innerhalb von 3 Min. Entsprechende Temperatursteigerung (helle Flächen) lokal >1,5° C. Die Gewebeerwärmung geht von den Blutbahnen aus.

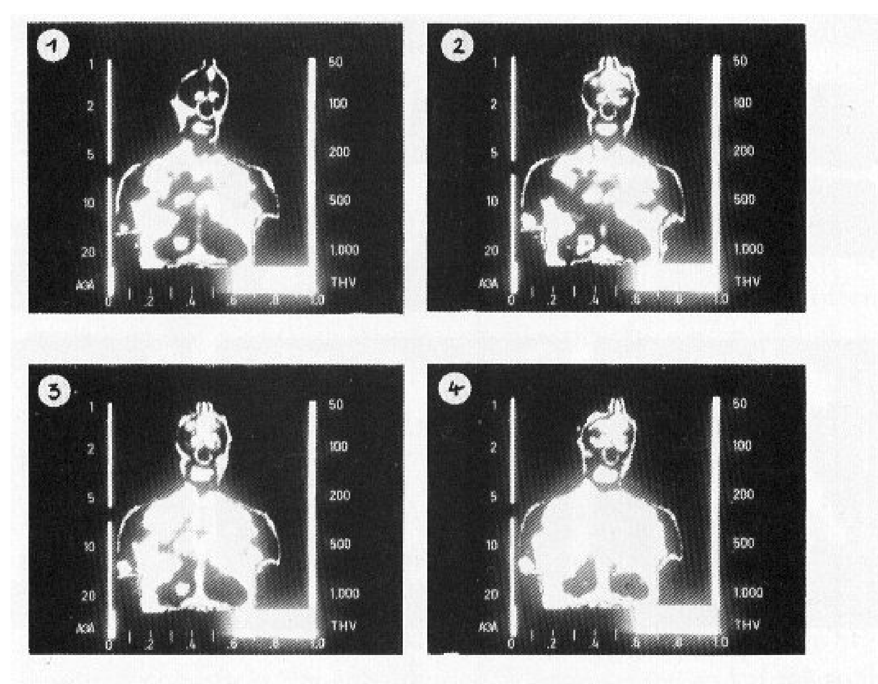
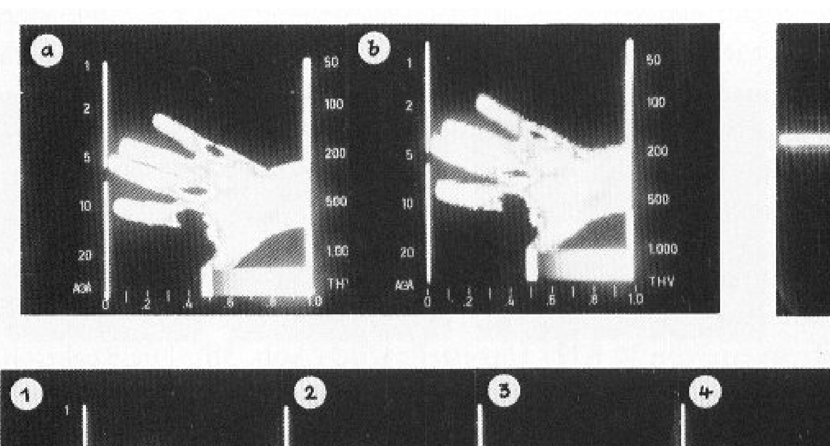
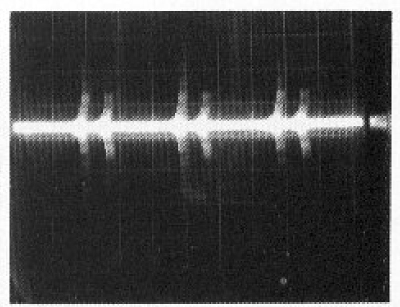


Abbildung 2:
Änderung der Infrarotstrahlung (Bereich $\approx 5\,\mu m$) des Thorax bei Applikation eines Magnetfeldes im gleichen Körperbereich (Impulsfrequenz 50 Hz, Impulspaketfolgefrequenz 30 Hz; Induktion 15×10^{-4} Vs/m^2). Reaktion lokal begrenzt mit Temperatursteigerungen von 0,3–3° C innerhalb von 10 Min. (helle Flächen).

Optimale Reaktion zeigen die Hände, insbesondere die Finger. Kinder reagieren meistens am stärksten. Die vermehrte Hautstrahlung tritt durchschnittlich innerhalb von 1 Min. nach Anschalten des Magnetfeldes auf. Die Dauer der Reaktion nach Abschalten ist allein von der Intensität des Magnetfeldes abhängig. Ein erreichter maximaler Abstrahlungslevel (Endwert) wird bei weiterer Intensitätsvergrößerung des applizierten Feldes nicht mehr vergrößert und kann mehrere Stunden niveaukonstant bleiben. Zwischen homogenem Feld und Streufeld konnte wirkungsmäßig kein Unterschied festgestellt werden.

Besonders wichtig erscheint das Ergebnis der Versuche zu sein, bei denen das magnetische Streufeld mit der sehr geringen Induktion von 6 x 10 hoch-4 Vs/m2 (= 6 Gauß) lediglich am Hinterkopf appliziert wurde und ebenfalls eine sofortige höhere Abstrahlung an den Handextremitäten hervorrief. Nach Abschalten des schwachen Magnetfeldes reduzierte sich die Abstrahlung mit geringer Latenzzeit auf Ausgangsniveau (On-off-Effekt). Setzt man bei gleichen Versuchsumständen die Versuchsperson einem elektrischen Feld aus, so tritt eine Reaktion erst auf, wenn die Feldstärke größer als 10 KV/m bei einer relativ hohen Impulsfolgefrequenz von 30 KHz eingestellt wird (Abb. 3b).





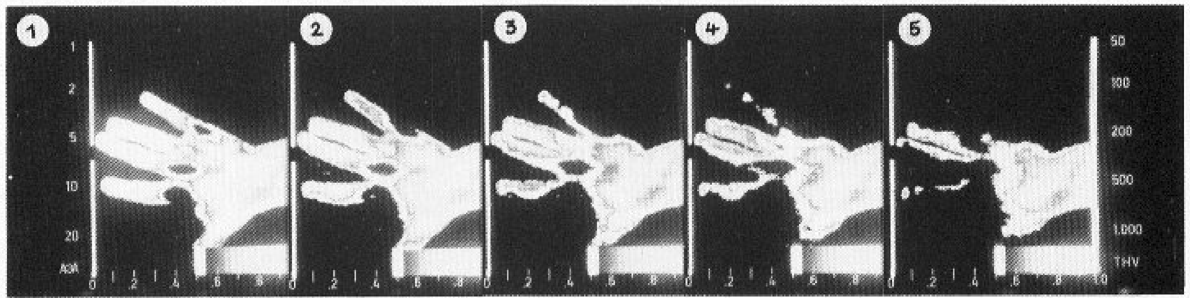


Abbildung 3b:
Verringerung der Infrarotstrahlung der Hand aufgrund der Einwirkung eines elektrischen Impulsfeldes mit 12 kV/m Amlitude und 30 kHz-Impulsen bei Impulsfolgefrequenzen 150 Hz. a) und b) Raumadaptation mit Temperaturkonstanz innerhalb 10 Min.; 1–5 sukzessive Abkühlung innerhalb 4 Min. um 2,5° C.

Die Reaktion auf derartige elektrische Felder ist jedoch entgegengesetzt zu der Reaktion auf die beschriebenen Magnetfelder. Es erfolgt an der Hand eine sukzessive Abkühlung. Ein Abkühlung der Hand trat ebenfalls auf, wenn den Probanden durch Schalterbetätigung am Steuergerät lediglich eine Magnetfeld- bzw. elektrische Feldapplikation vorgetäuscht wurde (Placeboeffekt, Erwartungsreaktion), erkennbar teilweise auch während der Versuche (Abb. 3a, 2. Aufzeichnung).

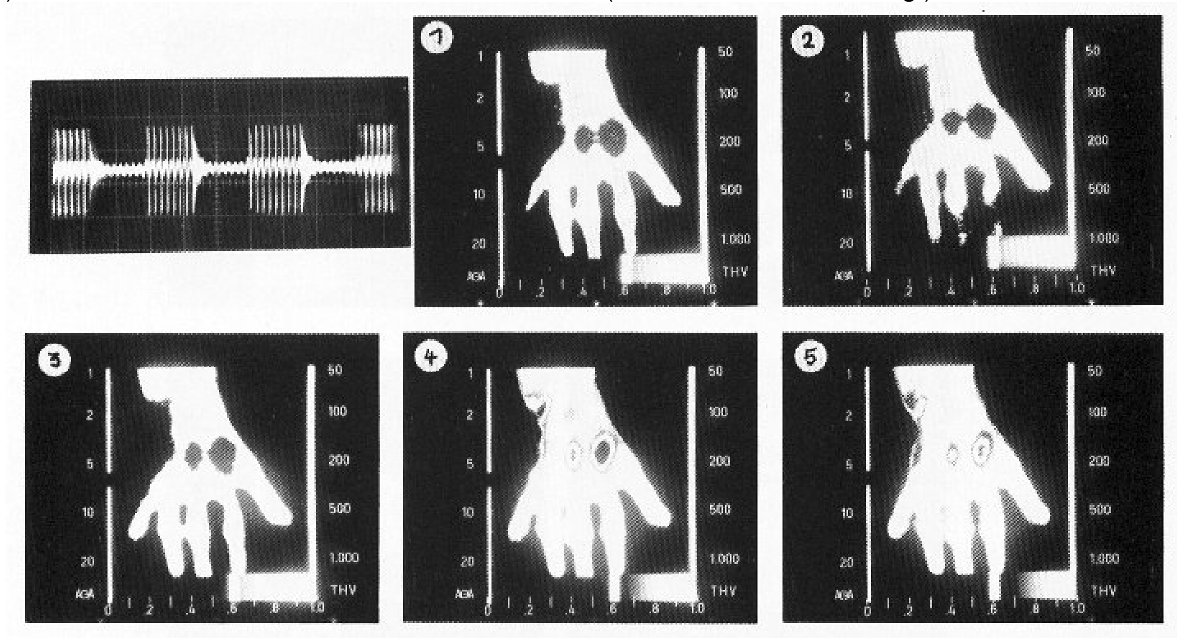


Abbildung 3a:
Änderung der Infrarotstrahlung der Hand bei Einwirkung magnetischer Energie (Impulspaketfolgefrequenz 10 Hz, gedämpfte Impulsschwingung 10 kHz; Induktion 20×10^{-4} Vs/m^2) Aufzeichnung 2 zeigt verminderte Abstrahlung interpretierbar als ,,psychologischer Einschalteffekt". Anschließende Steigerung der Strahlung in 7 Min. mit Temperatursteigerung von 4,5° C.

Diskussion
Die auslösenden Mechanismen für eine vergrößerte Abstrahlung unter Magnetfeldeinfluß lassen sich bisher nicht sicher erklären, obwohl die arteriellen Blutbahnen als erkannte "Heizquellen" Hinweise geben. - Denkbar sind folgende Mechanismen:
1. Öffnung und Dilatation der Arterien, Arteriolen und Kapillaren,
2. Schließung von av-Anastomosen,
3. schnellerer Durchfluß bei erhöhtem Minutenvolumen,
4. Erwärmung des Carotisblutes,
5. Verstellung des Sollwertes im Temperaturregulationszentrum (Hypothalamus mit einer Empfindlichkeitstoleranz von 1/10° C).

Die Ergebnisse der Versuche zur Magnetfeld-Kopf-Applikation lassen den Punkt 5 dieser Aufstellung in den Vordergrund rücken. Eine evtl. steuerbare Beeinflussung des vegetativen Nervensystems enthält faszinierende Aspekte. Dieser Vorgang wird in einigen veröffentlichten Untersuchungen bereits angedeutet (...).

Da der Hypothalamus einen komplizierten Effektorapparat zur Verfügung hat, wären neben trophischer Innervation, und somatischer Innervation durch hormonelle Komponenten (Adrenalin, Schilddrüsenhormon) durch das Magnetfeld betroffen, mit verschiedenen Konsequenzen für Kreislauf, Stoffwechselintensität, einschließlich O_2-Aufnahme, Ruhespannung der Skelettmuskeln, Änderung der spezifisch dynamischen Wirkung des Eiweiß u. a. (...)

Eine stärkere Durchblutungsaktivität der Haut mit dem entsprechenden Wärmeffekt z. B. auf der Bauchhaut hat nach bisherigen Feststellungen einen günstigen hyperämisierenden Einfluß auf die inneren Organe. Allein daraus wäre ein therapeutischer Effekt abzuleiten. Da aber bei länger anhaltendem Magnetfeldeinfluß über mehrere Stunden oder auch Tage der beschriebene Effekt der anhaltenden Wärmeabgabe als Infrarotstrahlung möglich ist, müsste die Kerntemperatur des Organismus empfindlich herabgesetzt werden. Dies ist nach vorliegenden Untersuchungen tatsächlich der Fall. Eine erhöhte Beanspruchung des Organismus mit evtl. pathophysiologischen Konsequenzen wäre in diesem Fall denkbar.

Einleitung
Im folgenden Aufsatz aus dem Jahre 1983 wird kein niederfrequent gepulstes Radiofrequenzfeld verwendet, sondern ein niederfrequent gepulstes Magnetfeld. Wie weiter unten ausgeführt wird kommt es aber für die biologische Wirkung auf den Verlauf der im Gewebe hervorgerufenen Spannungen und Ströme an, nicht auf die Art wie diese entstehen. Für die Waffenwirkung sind solche niederfrequenten Magnetfelder ebenso wie niederfrequente elektrische Felder weniger geeignet, da sie im Verhältnis zu Hochfrequenzfeldern nur eine geringe Reichweite haben. Es wird aber gezeigt, daß die biologische Wirkung nicht vom Vorhandensein elektrischer Einflüsse an sich, sondern von deren zeitlichem Verlauf abhängt. Bei Radiofrequenzwaffen muß also um eine Wirkung zu erreichen ebenfalls eine zeitliche Änderung der Signalstärke vorhanden sein. Der Sender muß also entsprechend moduliert sein.

Pulsing Electromagnetic Fields Induce Cellular Transcription
Reba Goodman; C. Andrew L Bassett; Ann S. Henderson
In: Science, vol. 220, pp. 1283-1285, Juni 1983

Gepulste elektromagnetische Felder lösen Transkription in der Zelle aus

Zusammenfassung
Schwache gepulste elektromagnetische Felder können in biologische Vorgänge eingreifen. Die Hypothese daß die Wirkung solcher induzierter Ströme von der Pulscharakteristik abhängt, wurde am Vorgang der Transkription überprüft. (Anmerkung des Übersetzers: Als Transkription wird die Übertragung der in der DNA gespeicherten Erbinformation der Zelle auf die RNA bezeichnet. Die RNA steuert dann die genetisch festgelegten Vorgänge in der Zelle.) Zwei in der Medizin verwendete Pulse, der wiederholte Einzelpuls und die wiederholte Pulsfolge wurden untersucht. (...)

Grundlegende zelluläre Vorgänge wie Wachstum, Differenzierung (Anmerkung des Übersetzers: Entstehung der unterschiedlichen Zelltypen in einem Lebewesen), Dedifferenzierung und Reparaturvorgänge wurden durch schwachen Gleichstrom beeinflusst. Durch schwache gepulste elektromagnetische Felder im Gewebe hervorgerufene elektrische Ströme sind ebenfalls bei der Regeneration und der Reparatur biologisch aktiv. Neuerdings wurde gezeigt, daß die wiederholte Pulsfolge (pulse train, PT) große Bedeutung in der Medizin bei der erfolgreichen Behandlung von nicht heilenden Knochenbrüchen hat, während der wiederholte Einzelpuls (single pulse, SP) sich günstig auf avaskuläre Nekrose (Anmerkung des Übersetzers: Absterben des Knochengewebes als Folge von Mangeldurchblutung) und Osteoporose auswirkt. Diese unterschiedlichen Wirkungen scheinen von den spezifischen Parametern der Wellenform des verwendeten Pulses und des asymmetrisch hervorgerufenen pulsierenden Gleichstroms abzuhängen. Diese elektrischen Parameter könnten zum Teil durch die passiven elektrischen Eigenschaften des betreffenden Gewebes bestimmt sein.

Wir haben die Hypothese untersucht, daß körperfremde gepulste elektromagnetische Felder einzelne zelluläre Vorgänge auslösen, in dem wir Änderungen in den normalen RNA Transkriptionsmustern der Chromosomen der Speicheldrüse des zweiflügligen Insekts Sciara coprophilia untersucht haben. (...) Normale Transkriptionsmuster der Chromosomen der Speicheldrüsen dieses Organismus während der Zelldifferenzierung sind durch Transkriptionsautoradiographie erforscht (Anmerkung des Übersetzers: Bei der Autoradiographie werden radioaktive Stoffe verwendet, die in den Organismus eingebaut werden. Wenn nun Teile des Organismus auf Photopapier oder Film gebracht werden, schwärzt sich das Papier oder der Film an den Stellen, an denen Strahlung auftritt. So kann festgestellt werden, an welcher Stelle die entsprechenden Stoffe eingebaut wurden.). Man kann also die Transkription auf zellulärer Ebene beobachten. (...)

Vollständige Speicheldrüsen (die an den Larvenkörpern hingen) in Nährmedium wurden für unterschiedliche Zeiten (5 bis 90 Minuten) gepulsten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt. (...) Die Wellenform und andere Charakteristiken der Felder sind in Bild 1 wiedergegeben.

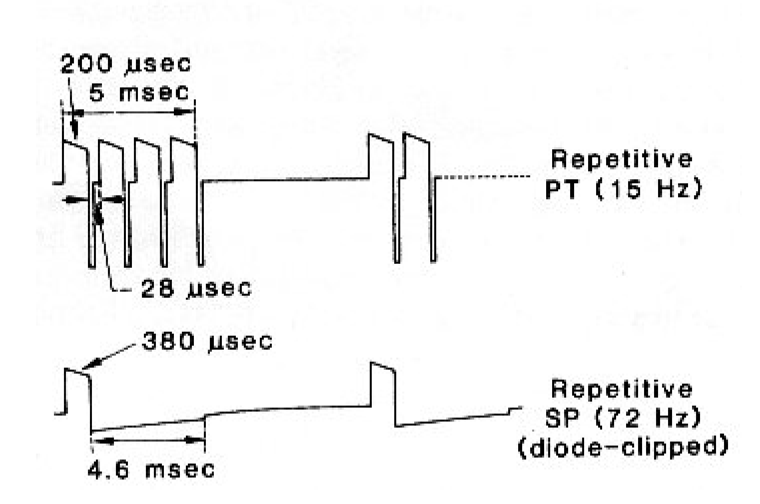


Bild 1: Hauptsächliche Wellenform der SP und PT Stimulationspulse (Biosteogen system 204, Electro-Biology, Inc.). Die Pulsamplitude (...) entsprach 1,5 Millivolt pro Zentimeter an der Knochenoberfläche. Die Speicheldrüsen wurden dem gepulsten elektromagnetischen Feld (...) zwischen zwei 10 cm mal 10 cm Helmholtz Hilfsspulen ausgesetzt, die ein durchschnittliches magnetisches Feld parallel zum Boden der (verwendeten Petri-) Schalen lieferten. Die Spulen waren vertikal angeordnet. Die Änderungsrate des magnetischen Feldes (...) betrug ungefähr 0,1 Gauss pro Mikrosekunde für PT und 0,05 Gauss pro Mikrosekunde für SP. Die durch diskrete Fourier Transformationen erhaltenen Frequenzanteile der beiden Pulse unterscheiden sich deutlich.

Die Transkription wurde auf drei Arten gemessen. (...) Diese Messungen zeigten bei jeder Pulsform charakteristische Änderungen der Transkription. Verschiedene Größenklassen der RNA wurden durch die beiden Pulsformen unterschiedlich beeinflusst. Weiterhin unterschieden sich die Einflüsse unterschiedlich langer Einwirkung bei beiden Pulsformen. Das Transkriptionsautoradiogramm einer Zelle (...) die einem SP Feld für 45 Minuten ausgesetzt war (A) wird in Bild 2 mit einem Kontrollautoradiogramm (B) verglichen. Das nach 15 Minuten Einwirkung des SP Feldes gefundene Muster der Einlagerung radioaktiv markierter Atome stimmte fast mit dem nach 45 Minuten Einwirkung gefundenen Muster überein. Bei 15 und bei 45 Minuten verursachte der SP Puls eine ausgeprägte und spezifische Zunahme der RNA Transkription in den meisten der Bänder und Zwischenbänder der Chromosomen. Bei 30 Minuten Einwirkung war die Transkription gering (und entsprach ungefähr der des Kontrollversuchs ohne Pulseinwirkung). (...) Bild 2 C zeigt ein Zellpräparat nach Nick Translation (Anmerkung des Übersetzers: Verfahren zur Kopie der DNA bei dem radioaktiv markierte Moleküle in die Kopie eingebaut werden.). Die Speicheldrüsen wurden 45 Minuten mit SP stimuliert. Im Vergleich zum Transkriptionsautoradiogramm kann man bei den nach dem nick translation Verfahren behandelten Chromosomenpräparaten spezifischere "hot spots" (Anmerkung des Übersetzers: Punkte mit erhöhter Strahlung durch stärkere Einlagerung von radioaktivem Material) erkennen.

Das Ergebnis der Einwirkung des PT Feldes für eine Zeit von 45 Minuten auf die Zellen wird in den Bildern 2 D bis F mit dem Kontrollversuch ohne Einwirkung des Feldes verglichen. Diese Pulsform führte zu einer gleichmäßigen Zunahme der Transkription während des Verlaufs der 45 Minuten. Selbst nach 45 Minuten Einwirkung zeigten die Transkriptionsautoradiogramme von Chromosomen die dem PT Feld ausgesetzt waren eine viel geringere Markierung als die Autoradiogramme von Chromosomen die dem SP Feld ausgesetzt waren. Sie waren aber stärker markiert als die nicht behandelten Kontrollpräparate. Nach der Anwendung des Verfahrens der nick translation wurden einige besonders aktive Regionen entdeckt. Sie traten besonders nach einer Einwirkung der beiden Felder von 45 Minuten hervor (Bilder 2 C und E) (Anmerkung des Übersetzers: Aus dem übrigen Text und den Bildunterschriften ergibt sich, daß es sich um die Bilder C und **F** handelt). Kontrollversuche (hier nicht wiedergegeben) waren nicht von den Kontrollversuchen die in den

Bildern 2 B und E wiedergegeben sind zu unterscheiden. Die Wirkung beider Pulsformen verringerte sich allerdings nach einer 60 Minuten dauernden Einwirkung.

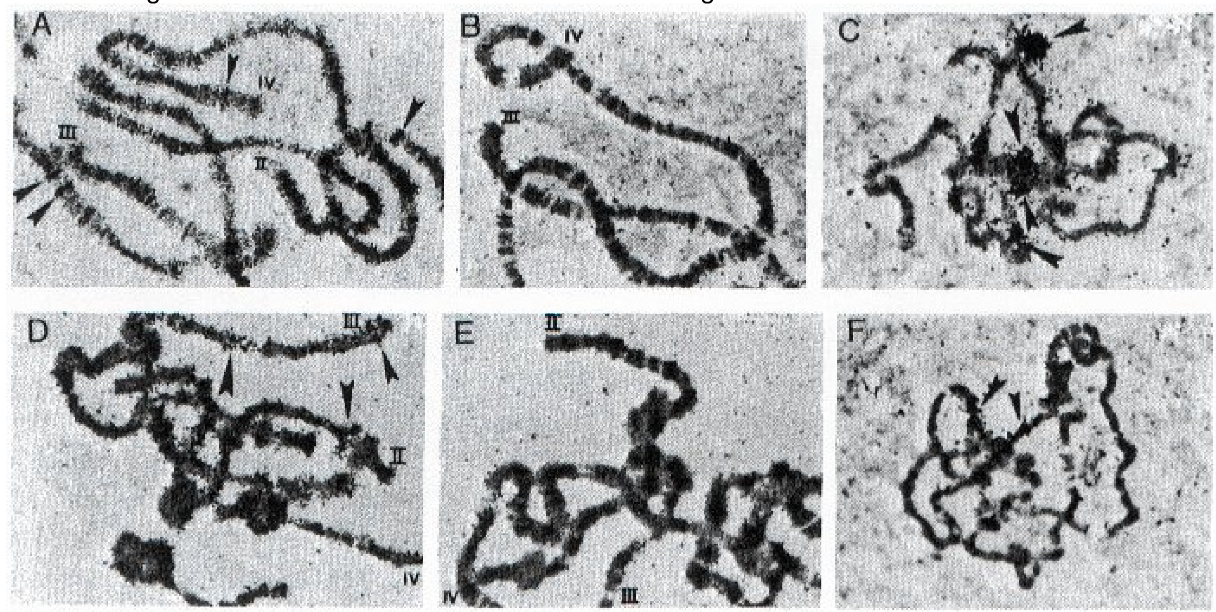


Bild 2
(A) Transkriptionsautoradiogramm von Speicheldrüsenchromosomen von Zellen (...) nach der Einwirkung von SP für 45 Minuten. Starke Markierung vor allem auch auf Chromosomenbändern und Zwischenbändern (Pfeile). Römische Zahlen geben die Nummern der Chromosomen wieder. (...)
(B) Transkriptionsautoradiogramm von Kontrollchromosomen der Speicheldrüsen (...) ohne Einwirkung von SP Pulsen. Die relativ wenigen Körner sind nach einem Zufallsmuster verteilt. (...)
(C) Zellpräparat von Chromosomen der Speicheldrüse nach der Einwirkung von SP für 45 Minuten und Behandlung mit dem nick translation Verfahren. (...) Die Pfeile zeigen die transkriptiv aktiven Bereiche (hot spots). (...)
(D) Transkriptionsautoradiogramm der Speicheldrüsenchromosomen von Zellen nach der Einwirkung von PT für 45 Minuten. Das allgemeine Muster der Markierung an den Chromosomenbändern und Zwischenbändern ist weniger intensiv und ausgeprägt als bei dem in Bild (A) gezeigte Muster. Spezifische Abweichungen sind durch Pfeile markiert. (...)
(E) Transkriptionsautoradiogramm von Kontrollchromosomen der Speicheldrüsen ohne Einwirkung von PT. (...)
(F) Zellpräparat von Chromosomen der Speicheldrüsen die mit PT für 45 Minuten stimuliert wurden nach der Anwendung der nick translation. Die DNA war (radioaktiv) (...) markiert und für das Autoradiogramm vorbereitet. Hot Spots werden durch die Pfeile markiert. (...)
(Alle Vergrößerungen x 1240)

Direkte Saccharose Verteilungsanalyse der RNA bestätigten die Ergebnisse der Transkriptionsautoradiographie. Wenn auch eine Vervierfachung der gesamt RNA nach 15 und 45 Minuten Einwirkung des SP Feldes auf die Speicheldrüse gefunden wurde, so nahm die Boten-RNA (mRNA) um das 11fache zu (Bild 3 A). Nach 45 Minuten überstieg die Menge der mRNA den Wert der mRNA im Kontrollversuch um das 13fache (Bild 3 B). In den Zellen die dem PT Puls ausgesetzt waren entsprach die Menge aller RNA Arten nach 15 Minuten der Menge in den Kontrollversuchen. Danach kam es bis zu einer Einwirkungszeit von 45 Minuten zu einem linearen Anstieg bei den verschiedenen Größenklassen der mRNA. Nach 45 Minuten hatten alle Größenklassen der mRNA in der Menge zugenommen (Bild 3 B).

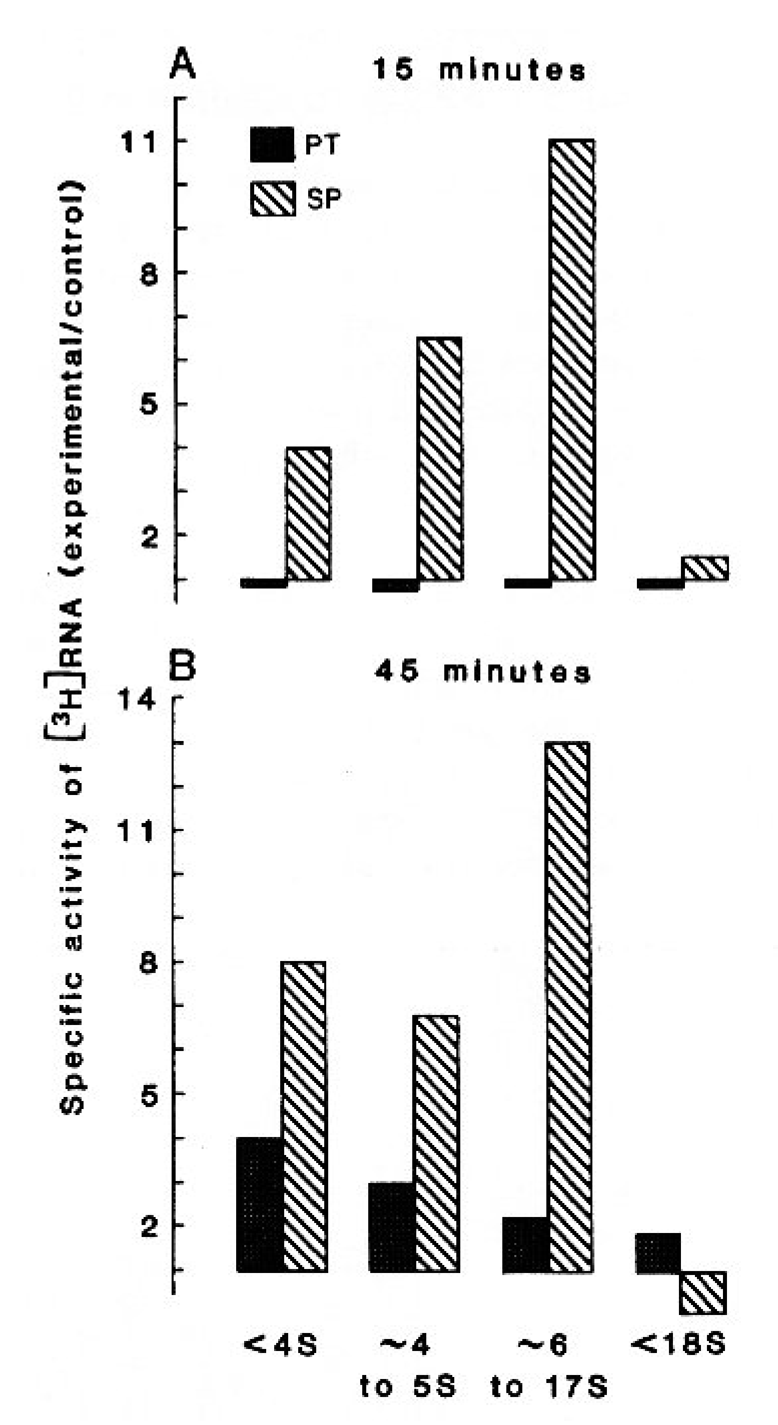


Bild 3
(Anmerkung des Übersetzers: Die einzelnen Balken des Diagramms entsprechen den unterschiedlichen Größenklassen der entstandenen mRNA. Die Länge der Balken gibt die Gesamtradioaktivität der jeweiligen mRNA Größenklasse wieder die ja von der jeweils entstandenen Menge der mRNA abhängt. Erkennbar sind die Unterschiede in der Stärke der jeweiligen Gesamtradioaktivität, also der Menge der entstandenen mRNA bei unterschiedlicher Pulsform)

Die Herbeiführung von RNA Synthese durch zeitabhängige Einwirkung von gepulsten elektromagnetischen Feldern wurde durch drei unterschiedliche Methoden nachgewiesen. Verschieden Pulscharakteristiken verursachen allerdings Unterschiede in den qualitativen und quantitativen Mustern der RNA Synthese. (...)

Es ist angebracht darüber nachzudenken, ob diese Ergebnisse mit den Ergebnissen von klinischen Untersuchungen in Übereinstimmung gebracht werden können, in denen das Knochensystem gepulsten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt war. Wenn die Transkription von der Verfügbarkeit von Ca++ abhängt, was durch unsere früheren Untersuchungen nahegelegt wird, könnte das die Art

und Weise der Wirkung von SP und PT Pulsen sowohl auf molekularer als auch auf klinischer Ebene beeinflussen. Pulsfolgen werden in der Medizin verwendet um die Menge des zellulären Kalziums zu vergrößern und den Einbau von Kalzium in Knorpelfasern bei schlecht heilenden Brüchen auszulösen. Andererseits verringern einzelne Pulse die Menge des zellulären Kalziums in Knorpelzellen und stimulieren die Zunahme der Knochendichte von Patienten mit Osteoporse und avaskulärer Nekrose. Es ist möglich, daß gepulste elektromagnetische Felder eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten bei anderen Arten von zellulären Funktionsstörungen finden werden. Unsere Untersuchung unterstützt die Hypothese, daß gepulste elektromagnetische Felder spezifische Änderungen normaler Zellfunktionen verursachen. Mindestens ein Effekt kann direkt mit der Auslösung der Transkription in Verbindung gebracht werden.

Die Auswirkung von Radiofrequenzstrahlung auf die Aktivität von Säugetieren, hier Ratten, wurde bereits vor Jahrzehnten untersucht. Hier eine Veröffentlichung aus dem Jahre 1967.

Effects of low intensity UHF radio fields as a function of frequency. Korbel, S.F., Fine, H.L. In: Psychonomic Science 9 (1967) 527-528

Die Wirkung von UHF Radiofeldern als eine Funktion der Frequenz

Experimente von Korbel (1966) und Korbel und Thompson (1962, 1965) haben gezeigt, daß relativ lang anhaltende Bestrahlung mit UHF Feldern niedriger Frequenz und Intensität zu einer Verhaltensänderung von Ratten führt. Ratten die einem elektromagnetischen Feld mit einer ständig zwischen 300 und 920 MHz auf und absteigenden Frequenz ausgesetzt waren, zeigten im Vergleich zu nicht bestrahlten Ratten folgende Verhaltensänderungen:

a) regelmäßig lang anhaltende niedrige Aktivität, die von kurzen Perioden hoher Aktivität eingeleitet werden können.
b) größere Emotionalität
c) sie brauchten längere Zeit um sich von Elektroschocks zu erholen.

Da der Frequenzbereich dieser Verhaltensstudien relativ breit war, wurden im Experiment die einzelnen Bereiche untersucht. Der Zweck des Versuchs war vor allem, den Einfluß der Frequenz von UHF Feldern niedriger Intensität auf die Aktivität zu untersuchen. (...)

In Experiment 1 wurden neun Ratten einem UHF Feld niedriger Intensität (zwischen 0,43 und 0,15 Milliwatt pro Quadratzentimeter, gemessen an der Vorder- und Rückseite des Käfigs) an 21 aufeinanderfolgende Tage ausgesetzt. Da die Ratten durchgehend, außer während der Tests zur Bewertung der Aktivität bestrahlt wurden, dauerte die tägliche Bestrahlung 22 1/2 Stunden. Ein schmaler Frequenzbereich zwischen 320 und 450 MHz wurde ständig auf und ab durchfahren. (...) Die Aktivität der neun bestrahlten Ratten wurde mit der Aktivität der neun nicht bestrahlten Ratten verglichen.

Das Vorgehen beim 2. Experiment entsprach dem des 1., außer der verwendeten Frequenz. Im 2. Experiment wurden die bestrahlten Ratten einer ständig den Bereich von 770 bis 900 MHz auf- und abfahrenden Frequenz ausgesetzt. (...)

Die Analyse zeigte, daß UHF bestrahlte Ratten in beiden Experimenten signifikant weniger aktiv waren, als die nicht Bestrahlten. (...) Der Unterschied zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Ratten ist bei Experiment 1 2,5fach größer als bei Experiment 2. (...) Signifikante Veränderungen in der Aktivität während der 21 Tage wurde in beiden Experimenten beobachtet, was zu erwarten war, denn es handelte sich um junge, schnell wachsende Ratten. Die Veränderung des Einflusses der Wirkung der Bestrahlung im Verlaufe der Tage war bei beiden Experimenten nicht signifikant. (...) In diesem Experiment wurde nicht nur die Auswirkung von Bestrahlung mit niedrigen UHF Frequenzen niedriger Energie auf das Verhalten in Form von verminderter Aktivität gezeigt. Es zeigte sich auch die Bedeutung der gewählten Frequenz. Obwohl beide Frequenzbereiche eine Verminderung der Aktivität verursachten, war die Wirkung der niedrigeren Frequenzen auf die Aktivität stärker als die der höheren Frequenzen. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß niedrigere Frequenzen bei einer gegebenen Stärke effektiver die Aktivität verringern.

Diese Daten bestätigen die vorherigen Forschungen der Autoren, daß der hauptsächliche Effekt von UHF Strahlung auf die Aktivität in deren Verringerung liegt. (...) Zusammenfassend zeigen diese Experimente, daß niedrige UHF Frequenzen effektiver in der Beeinflussung der Aktivität sind als höhere UHF Frequenzen. Man kann zu dem Schluß kommen, daß die Frequenz bei Experimenten, die sich mit der Wirkung von UHF Strahlung befassen, von Bedeutung ist.

Behavioral Effects of Stimulation by UHF Radio Fields, Susan Korbel Eakin, William D. Thompson. In: Psychological Reports, 1965, 17, 595-602

Die Auswirkung von UHF Radiofeldern auf das Verhalten

Die steigenden Anwendungsbereiche von Mikrowellen hat die Aufmerksamkeit auf die Radiowellen im Mikrowellenbereich gelenkt. Die Frequenz der Mikrowellen im UHF Bereich erstreckt sich von 300 MHz bis 3000 MHz. Die Forschung war auf die direkt schädigende Wirkung von hochfrequenten UHF Feldern hoher Leistung beschränkt (...)

Die Ergebnisse zeigen starke Gewebeschädigung bei diesen hohen Leistungen. Im übrigen wurden die Versuche nicht über einen längeren Zeitrum durchgeführt. Die Notwendigkeit von Versuchen mit Feldern niedriger Intensität und niedriger Frequenz ist offensichtlich, wenn man beachtet, daß das zentrale Nervensystem (ZNS) gegenüber Mikrowellen niedriger Stärke sehr empfindlich ist und daß niedrigere Mikrowellenfrequenzen Teile des ZNS leichter durchdringen und beeinflussen als hohe Frequenzen (...). Eakin und Thompson (1962) haben die Wirkung von relativ langer UHF Bestrahlung niedriger Frequenz und niedriger Stärke auf das Verhalten untersucht. Die Ergebnisse deuteten auf eine Beeinflussung der Stärke der Aktivität hin, wobei wiederholte Bestrahlung notwendig war, bis diese Wirkung sichtbar wurde. Die Notwendigkeit einer genaueren Untersuchung der Wirkung von UHF Strahlung niedriger Frequenz und niedriger Stärke über einen längeren Zeitraum auf das Verhalten ergibt sich aus diesen Ergebnissen sowie aus der Tatsache, daß die Zahl der UHF Sender niedriger Leistung in der Nähe großer Teile der Bevölkerung schnell zunimmt. (...)

Zwanzig 30 Tage alte männliche Sprague-Dawley Ratten ohne Versuchserfahrung mit einem Gewicht zwischen 100 und 120 Gramm zu Beginn des Versuches wurden als Versuchstiere verwendet. Die Tiere wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt. (...) Die Fläche einer 36x36 Zoll großen Kiste wurde in 36 markierte Felder mit einer Größe von jeweils 6 Quadratzoll unterteilt. Eine 100 Watt Glühbirne mit einem Reflektor (12 Zoll im Durchmesser) wurde in einer Höhe von 30 Zoll über die Mitte der Kiste gehängt. Fünf Käfige mit Photozellen wurden verwendet um die spontane Aktivität zu messen. (...)

Die Versuchsgruppe wurde der Strahlung an 47 aufeinanderfolgenden Tagen ausgesetzt. Die Stärke dieser Strahlung innerhalb der Käfige (der Tiere) war außerordentlich gering, nämlich 50 000 mV (*Anmerkung des Übersetzers: Also 50 Volt. Der vom American National Standards Institute ANSI 1974 empfohlene Grenzwert beträgt 200 Volt pro Meter was 10 mW pro Quadratzentimeter entspricht. Nachzulesen z.B. bei: Radiofrequency and Microwaves, Environmental Health Criteria 16, Seite 99, herausgegeben von der Weltgesundheitsorganisation WHO, Genf 1981. Dieser Wert von 10 mW war in vielen westlichen Ländern lange Jahre ein empfohlener Richtwert. Als Beispiel für den Ostblock sei die DDR genannt. Dort betrug der Grenzwert 5 Volt pro Meter und hatte Gesetzeskraft.*) Der Sender wurde ständig über einen Frequenzbereich (300 -920 MHz) auf und ab gefahren. Die Zeit die für einen Durchlauf von 300 bis 920 MHz benötigt wurde betrug 82 Sekunden. Die Versuchstiere wurden ständig der UHF Strahlung ausgesetzt mit Ausnahme der Zeit in der die Verhaltensversuche durchgeführt wurden, während die Kontrolltiere nie bestrahlt wurden.

Verhaltensversuche wurden für alle Versuchstiere folgendermaßen durchgeführt. An 40 aufeinanderfolgenden Tagen wurde während 30 Minuten pro Tag die Aktivität in den Käfigen mit den Photozellen gemessen. Jedes Tier wurde zufällig für die Aktivitätsmessung (in der großen Kiste) und in den Käfigen ausgewählt. Jede Ratte wurde an 24 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils 3 Minuten im offenen Feld dieser Kiste beobachtet. Die Messung der Emotionalität umfasste die Zahl der hinterlassenen Häufchen und die Zahl der durchquerten Felder im Verhältnis zum hellen Licht das über der Mitte der Kiste hing. (...)

Messungen der durch Lärm hervorgerufenen epileptischen Anfälle (*Anmerkung des Übersetzers: Es handelt sich hier wohl um eine für Krämpfe anfällige Zuchtlinie von Laborratten*) und von durch Elektroschock hervorgerufenen Krämpfen wurden zwischen dem 41. und 47. Tag durchgeführt. (...) Je eine Hälfte der bestrahlten und der unbestrahlten Gruppe wurde auf ihre Anfälligkeit für durch Lärm hervorgerufene epileptische Anfälle untersucht während die anderen beiden Hälften auf ihre Anfälligkeit für durch Elektroschock hervorgerufene Krämpfe untersucht wurden. Die Ratten wurden in

zufälliger Reihenfolge in das Gerät zur Auslösung der durch Lärm verursachten Anfälle gebracht wobei die Zeit bis zum Anfall gemessen wurde. Wenn nach 3 Minuten kein Anfall erfolgte wurde der Versuch für diesen Tag beendet. Die Ratten in der Elektrokrampfgruppe wurden mit einem Stromschlag von 60 Milliampere und einer Dauer von 0,5 Sekunden geschockt, wobei die Länge der tonischen und klonischen Phasen des Krampfes gemessen wurde. (...)

Die Analyse der Aktivitätsdaten zeigt, daß die Gesamtwirkung der Bestrahlung (Anmerkung des Übersetzers: Im Durchschnitt über alle Tage gerechnet) nicht signifikant war, daß aber ein signifikanter Unterschied zwischen verschiedenen Tagen nachgewiesen wurde, wobei auch die Wirkung an sich signifikant war. (...) Aufgrund dieser Feststellung einer signifikanten Wirkung wurde eine statistische Analyse der einzelnen gefundenen Auswirkungen durchgeführt. Die Analyse der einzelnen Auswirkungen zeigte daß die bestrahlten und die unbestrahlten Gruppen signifikante Unterschiede an 18 von 40 Tagen zeigten. (Bild 1 und 2)

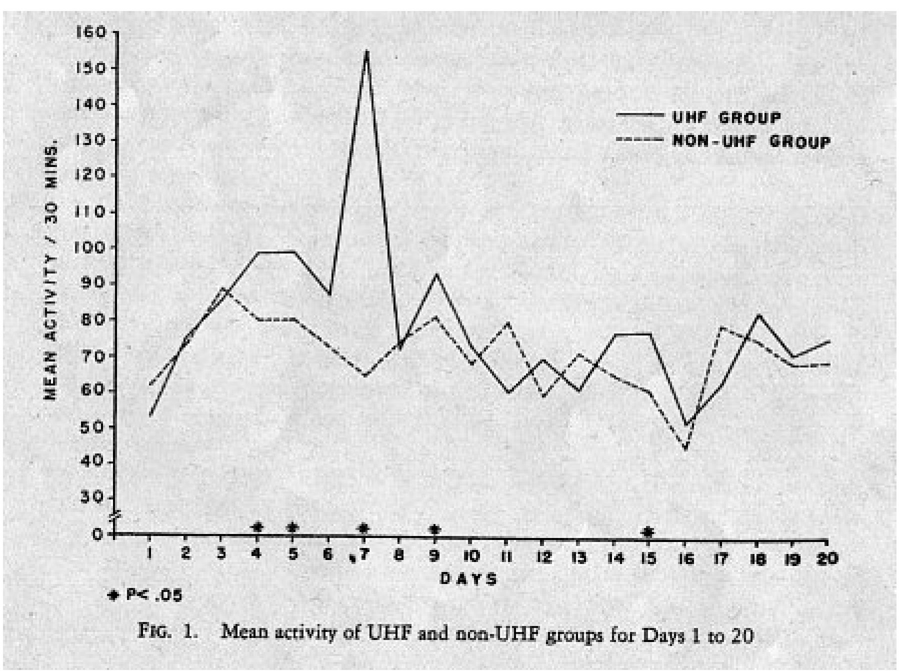


FIG. 1. Mean activity of UHF and non-UHF groups for Days 1 to 20

Bild 1

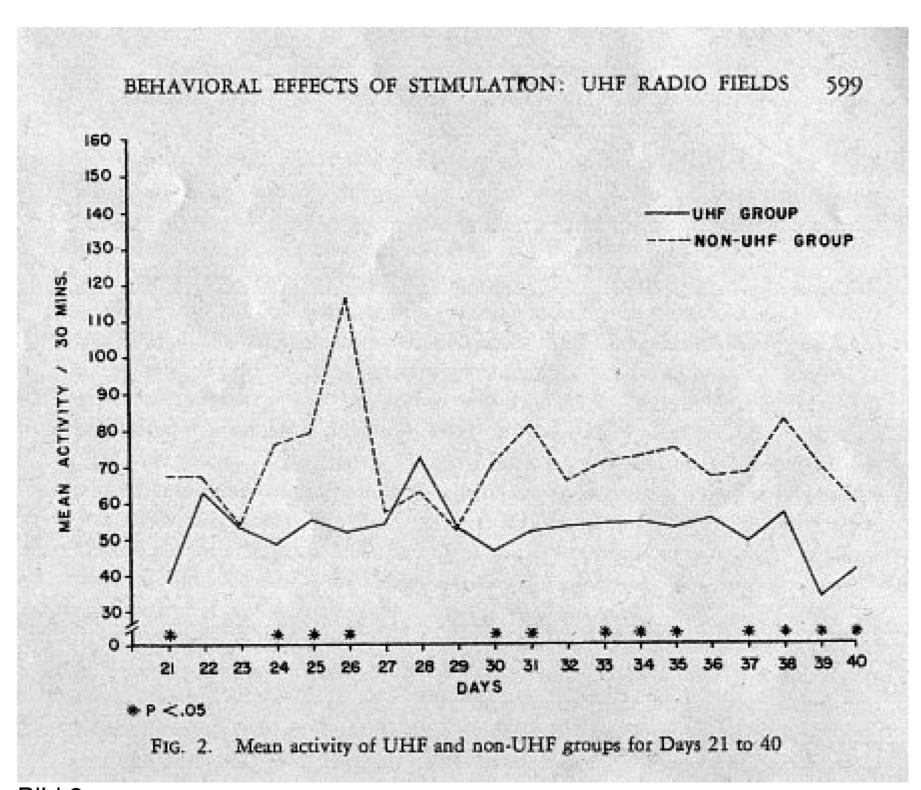


FIG. 2. Mean activity of UHF and non-UHF groups for Days 21 to 40

Bild 2
Da in der ersten Hälfte der Versuchszeit nur an fünf Tagen signifikante Unterschiede auftraten während in der zweiten Hälfte an 13 Tagen Unterschiede festgestellt wurden, ergibt sich, daß die Wirkung der Strahlung mit der Zeit deutlicher wird. Diese zunehmende Wirkung zeigt sich indirekt auch durch getrennte Analyse der ersten 20 und der letzten 20 Tage der Bestrahlung. Die Wirkung der UHF Bestrahlung ist in den ersten 20 Tagen nicht signifikant während sie in den letzten 20 Tagen signifikant ist. (...)

Die Auswertung der Zahl der Häufchen zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der bestrahlten und der unbestrahlten Gruppe. (...) Bei der Zahl der durchquerten Felder zeigte sich im Fall der (bestrahlten) Versuchstiere sowohl bei den inneren als auch bei den mittleren Felder eine Verringerung. Für den tonischen Teil des durch Elektroschock augelösten Krampfes wurden signifikante Unterschiede an verschiedenen Tagen sowie in Abhängigkeit von der Bestrahlung festgestellt. (...)

Die Auswertung der einzelnen Wirkungen zeigt daß sich bei den Gruppen am 3., 4., 6. und 7. Tag Unterschiede zeigten, wobei die Zeit des tonischen Teils des Krampfes der (bestrahlten) Versuchsgruppe, außer am 6. Tag, kürzer war. Die Auswertung des klonischen Teils des Krampfes zeigte ebenfalls eine Beeinflussung durch die Bestrahlung (...) wobei sich Unterschiede am 2., 3., 6. und 7. Tag ergaben. Die (bestrahlten) Versuchstiere zeigten am 2. und 3. Tag eine kürzere und am 6. und 7. Tag eine längere Dauer. (siehe Tabelle 2)

Tabelle 2 Durchschnittliche Dauer (Sekunden) der tonischen und der klonischen Phase des durch Elektroschock ausgelösten Krampfes

Tage	Tonisch		Klonisch	
	bestrahlt	nicht bestrahlt	bestrahlt	nicht bestrahlt
1	12,59	12,60	22,99	27,24
2	12,46	12,31	22,39	40,03
3	11,21	11,73	30,31	40,22
4	10,78	12,21	28,02	29.17
5	12,43	12,43	31,41	26,57
6	12,68	12,07	32,95	21,26
7	12,24	12,93	37,60	27,99

Bei bestrahlten und unbestrahlten Tieren ergab sich kein Unterschied bei Gewicht (...), Wasserverbrauch (...) oder durch Lärm ausgelöste Epilepsie (...).

Es ist offensichtlich, daß die Einwirkung von UHF Radiowellen niedriger Frequenz und niedriger Stärke eine Auswirkung auf das Verhalten hat. Insgesamt ergibt sich, daß diese Strahlung die folgenden im Versuch untersuchten Punkte beeinflusst: Grad der Aktivität, Emotionalität sowie Dauer des Krampfes nach Elektroschock. Bei der Betrachtung der Aktivität im Verlauf der Tage ergibt sich, daß eine gewisse Zeit benötigt wird bis die UHF Wellen eine gleichmäßige Wirkung auf das Verhalten haben. Am 30. Tag unterscheidet sich das Verhalten der beiden Gruppen und bleibt unterschiedlich, wobei die bestrahlte Gruppe ständig weniger aktiv ist als die nicht bestrahlte Kontrollgruppe. Aus den Daten ergibt sich auch eine Umkehrung der Wirkung im Verlauf der Tage. Die Bestrahlung verursacht zuerst eine Zunahme der Aktivität, der dann bei fortdauernder Bestrahlung eine ständige Abnahme der Aktivität folgt. Die Ergebnisse deuten auf ein emotionelleres Verhalten bei den bestrahlten Ratten hin, denn diese vermieden die stark beleuchteten Felder mehr als die unbestrahlten Tiere. (...)

Die bestrahlten Tiere zeigen eine längere Dauer der durch Elektroschock ausgelösten Krämpfe. Dabei ist die klonische Phase des Krampfes aus zwei Gründen von besonderem Interesse: (a) Die bestrahlte Gruppe zeigte im Gegensatz zur unbestrahlten Gruppe an verschiedenen Tagen keine (*Anmerkung des Übersetzers: keine starken*) Unterschiede in der Länge der klonischen Phase. Und (b) zeigte die bestrahlte Gruppe eine allmähliche Zunahme der Länge der klonischen Phase während die nicht bestrahlte Gruppe insgesamt eine Verringerung zeigte. Diese beiden Ergebnisse sind deshalb bedeutend, weil die nicht bestrahlte Gruppe mit der Zunahme der Zahl der Elektroschocks kürzere Krampfzeiten zeigt. Dieses Muster, das im allgemeinen bei Versuchen mit durch Elektroschock ausgelösten Krämpfen gefunden wird, trat bei den bestrahlten Tieren nicht auf.

Die Ergebnisse dieses Versuchs legen nahe, daß die Wirkung von UHF Strahlung auf das Verhalten nicht der Erwärmung zuzuschreiben ist. Wenn die Wirkung von UHF Strahlung, wie manche Forscher vermuten, vor allem eine Folge der Erwärmung ist, könnte man annehmen, daß die bestrahlte Gruppe einen höheren Wasserverbrauch als die nicht bestrahlte Gruppe hat. Das war nicht der Fall. Die Annahme einer nichtthermischen Wirkung wird auch durch folgende Fakten nahegelegt: (a) Es wurden nur sehr geringe Leistungsdichten verwendet, (b) alle Messungen des Verhaltens wurden durchgeführt ohne daß die Ratten dem UHF Feld ausgesetzt waren und (c) die Wirkung war über die Zeit gesehen kumulativ. So erscheint es, daß falls es zur Erwärmung kommt, es nicht diese Erwärmung an sich ist, die die Wirkung verursacht, sondern daß die Wärme auf einen Mechanismus oder Prozess einwirkt, der dann die Wirkung verursacht.

Ein möglicherweise beteiligter Mechanismus ist die Anhäufung von Acetylcholin (ACh) im Verlaufe der Zeit. Diese Annahme liegt auf der Hand, seit Gordon herausfand, daß UHF Felder zur Ansammlung von ACh entlang der Nervenfasern führt wobei die in unserem Versuch festgestellten Änderungen des Verhaltens denen gleichen, die in Versuchen gefunden wurden, die sich mit der Anhäufung von ACh befassen. Die Ergebnisse verschiedener Versuche zeigen, daß ACh in geringen Konzentrationen cholinergische Hyperaktivität verursacht während es in größeren Mengen zu einer Verringerung der Aktivität führt. Es ist also möglich, daß UHF Strahlung zu einer allmählichen Anhäufung von ACh führt. Während der frühen Phase der Bestrahlung könnte ACh nur in geringen Mengen vorhanden sein, was zu der erhöhten Aktivität in dieser Zeit führen würde. Während sich bei wiederholter Bestrahlung ACh ansammeln würde, würde sich die Aktivität verringern.

Die Ergebnisse der Untersuchung der Emotionalität und der Krampfauslösung durch Elektroschock könnten auch mit ACh Ansammlung in Verbindung gebracht werden. Mangel an neugierigem Verhalten und die Zunahme von Verhalten, das als Emotional bezeichnet werden könnte hängen mit der Ansammlung von ACh zusammen. Die durch Elektroschock verursachten Krämpfe dauern länger und die Grenze zur Auslösung dieser Krämpfe ist bei Ratten mit höheren ACh Konzentrationen geringer als bei Ratten mit kleineren Konzentrationen.

Diese Forschung legt nahe, daß weitere Untersuchungen wertvolle Informationen über den Zusammenhang zwischen Radiowellen und Verhalten liefern können. Dazu gehören folgende Vorschläge: (a) Die Untersuchung von ACh Ansammlung als ein möglicher Wirkungsmechanismus für neurophysiologische Wirkung, (b) eine Verlängerung der Bestrahlungszeit, (c) Forschungen zur Untersuchung von möglichen dauerhaften Wirkungen und (d) Untersuchung von Auswirkungen auf das Verhalten unter Verwendung anderer Leistungsstärken und anderer Frequenzen.

Frequency and Power Windowing in Tissue Interactions with Weak Electromagnetic Fields
William Ross Adey
In: Proc. IEEE 69 (1): 119-125 (1980)

Frequenz und Leistungsfenster bei der Einwirkung von schwachen elektromagnetischen Feldern auf das Gewebe

(...) Es steht nun fest, dass einige Wirkungen von (elektromagnetischen) Feldern, die Temperaturerhöhungen hervorrufen, die um Größenordnungen niedriger sind als 0,1° C, auf das Gewebe zu bedeutenden physiologischen Veränderungen führen die nicht einfach auf das Ansteigen der Temperatur zurückgeführt werden können. Die Notwendigkeit sehr unterschiedlicher Modelle der Einkopplung der Energie dieser schwachen Felder ergibt sich aus den Frequenz- und Feldstärkefenstern die die Einwirkungen auf das Gehirn und einige andere Gewebe charakterisieren sowie aus den sehr schwachen oszillierenden elektrischen Gradienten in den Geweben, von denen gezeigt wurde, dass sie durch Mechanismen, die anscheinend das auslösende Feld verstärken, eine Wirkung auf die Zellfunktion haben. Diese Verstärkungsmechanismen könnten auf Ungleichgewichtsprozessen mit molekularem resonantem Zusammenwirken mehrerer Moleküle, also über größere Entfernungen (*Anmerkung des Übersetzer: Größere Entfernungen natürlich im molekularen Maßstab*) beruhen. Diese Mechanismen gehören zur Gruppe der kooperativen Prozesse und werden weithin als bedeutend für immunologische und endokrine Vorgänge sowie bei neurobiologischen Anregungen anerkannt. Man kann sehr wahrscheinlich davon ausgehen, dass diese Vorgänge an der Oberfläche der Zellmembran stattfinden.(...)

Biologische Wirkungen von oszillierenden elektrischen Feldern der Umwelt hängen mit dem elektrischen Gradienten zusammen, die sie im Gewebe hervorrufen. Und dieser Gradient ist vom Grad der Kopplung zwischen Feld und Gewebe abhängig. (...)

(S.120) Einwirkungen mit klaren Bioeffekten auf das Hirngewebe finden bei mit Frequenzen von unter 1000 Hz und vor allem im Bereich von 1 bis 20 Hz Amplituden- oder pulsmodulierten Radiofrequenz.- und Mikrowellenfeldern statt. Unmodulierte Felder verursachen solche Wirkungen nicht. Hier findet eine viel stärkere Einkopplung des Feldes in das Gewebe (als bei ELF) statt und für Körperabmessungen von 0,05 Wellenlängen bis in den Resonanzbereich ist die Energieabsorption proportional zum Quadrat der Frequenz. Für Trägerfrequenzen zwischen 150 MHz und 450 MHz wurden Änderungen von Körperfunktionen und Verhalten bei im Gehirn hervorgerufenen Gradienten im Bereich von 10 bis 100 mV/cm² beobachtet. Für Trägerfrequenzen in diesem Bereich werden Spannungsgradienten in dieser Größenordnung im Gehirn der meisten Säugetiere einschließlich des Menschen bei Feldern mit einer Leistung zwischen 0,1 mW und 1mW/cm² (E Gradient in der Luft ungefähr zwischen 19 und 61 V/m) hervorgerufen. Diese so hervorgerufenen Spannungsgradienten haben den gleichen Amplitudenbereich, wie die körpereigenen Oszillationen niedriger Frequenz des Elektroenzephalogramms (EEG) in der Flüssigkeit zwischen den Zellen des Gehirns, wenn man sie über Entfernungen betrachtet, die den Abmessungen eines einzelnen Neurons entsprechen. (*Anmerkung des Übersetzers: Also auch die gleiche Wirkung.*) (...)

(Wirkungsfenster) wurden bei ELF oder LF modulierten Radiofrequenz- und Mikrowellenfeldern bei Stärken zwischen 1 V/cm und 0,1 V/cm gefunden. (...)

Das Ruhepotential beträgt über die 40 Angström (*Anmerkung des Übersetzers: 10 hoch -10*) der Lipiddoppelschicht oder Plasmamembran, die die Grundlage der Zellmembran ist, ungefähr 10 hoch 5 V/cm. Erregung der Oberfläche des Endes einer Nervenfaser (Synapse) kann dieses Potential um ungefähr 10 hoch 3 V/cm depolarisieren. Aus diesem Grund hat man allgemein angenommen, dass elektrische Gradienten in der Größenordnung des EEG (1 V/cm) in der die Zellen umgebenden Flüssigkeit bei der Anregung von Neuronen des Gehirns keine Rolle spielen, sondern dass es sich dabei nur um den Lärm des Motors des Gehirns handelt. Neuere Ergebnisse aufgrund von Forschungen auf den Gebieten von Verhalten, Neurophysiologie und Neurochemie deuten nun stark auf eine modulierende Rolle dieser Felder hin. (...)

(S.121) VHF oder UHF Radiofrequenzfelder mit einer Stärke im Bereich von 1mW/cm2 (61 V/m) verursachen im Gehirn Spannungsgradienten in der Größenordnung des EEGs und können, mit oder ohne ELF Amplitudenmodulation, im Frequenzbereich des EEGs auf Wirkungen auf die Gehirnfunktion untersucht werden.
Servantie et al. berichteten über eine bei Spektralanalysen von Ratten EEGs gefundene anhaltende Komponente im Bereich der Pulswiderholrate eines Mikrowellenfeldes, mit denen die Ratten bestrahlt worden waren. Nach Bestrahlung mit einem 500 bis 600 mal pro Sekunde gepulsten 3 GHz Feld (Pulslänge 1 Mikrosekunde, durchschnittliche Leistung 5mW/cm2) während einer Zeit von 10 Tagen kam es zu deutlichen Spitzen im EEG Spektrum im Bereich der Pulswiderholrate, deren Größen im Zeitraum von mehreren Minuten zu und abnahmen. Über mehrere Tage anhaltende EEG Veränderungen traten bei Kaninchen auf, nachdem sie 4-8 Wochen lang für 2 Stunden pro Tag einem mit 14-16 Hz amplitudenmodulierten 5 MHz Feld ausgesetzt waren. Felder mit Amplituden von 90-150 V/m verstärkten EEG Aktivitäten bei 10-15 Hz, Felder mit 500 V/m verstärkten 4-5 Hz Wellen. Amplitudenmodulation mit 60 Hz blieb ohne Wirkung. Bei diesen Bestrahlungen kam es nicht zur Erwärmung des Gehirns. (...)

Kalziumionen sind bei der Steuerung und Übertragung von vielen verschiedenen immunologischen, endokrinologischen und neurobiologischen Vorgängen an der Oberfläche der Zellmembran beteiligt. Die die Zellen umgebende Flüssigkeit enthält 2 mM Kalzium während die typischen Konzentrationen im Zellplasma, also innerhalb der Zellen in der Größenordnung von 10 hoch -7 M liegen. Man nimmt an, daß die Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf die Kalziumbindung im Hirngewebe an der Oberfläche der Zellmembran stattfindet. Ihr von den Kalziumionen selbst gesteuertes Lösen von intakter Hirnrinde der Katze ist ein überaus nichtlinearer Vorgang, der stark auf einen kooperativen Prozeß hinweist. Schwache schwingende elektrische Gradienten, die nicht stärker als das EEG sind (50-100 mV/cm) steigern den Ausstoß von Kalzium und des Aminosäuretransmitters Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) (*Anmerkung des Übersetzers: Gammaaminobuttersäure*) bei der Hirnrinde der Katze um fast 20 Prozent. Diese zwei Beobachtungen haben die bisher verbreitete Ansicht in Frage gestellt, dass schwingende elektrische Gradienten außerhalb der Zellen in der Stärke des EEGs für die Erregbarkeit der Neuronen keine Rolle spielen können. (...)

(S.122f) Frequenz- und Amplitudenfenster wurden bei Hirngewebe von Hühnern beobachtet, wenn man es ELF amplitudenmodulierten VHF und UHF Feldern aussetzte. Hirnhälften von neugeborenen Hühnern wurden zuerst in eine physiologische Lösung mit radioaktiven Kalzium 45 Ionen gelegt und dann mit einer nichtradioaktiven Lösung ausgewaschen. Sie wurden danach mit einem sinusförmig mit einem Modulationsgrad von 80-90 Prozent und Frequenzen von 0,5 bis 35 Hz modulierten 147 MHz Feld mit einer Stärke von 0,8 mW/cm² bestrahlt. Unmodulierte und mit 0,5 und 3 Hz modulierte Felder verursachten keinen deutlichen Ausstoß von radioaktiven Kalziumionen. Im Gegensatz dazu gab es eine mit zunehmender Frequenz steigende und statistisch signifikante Zunahme des Ausstoßes von Kalzium 45 Ionen bei Frequenzen von 6 bis 16 Hz. Dieser Ausstoß nahm mit zunehmender Frequenz der höheren Modulationsfrequenzen zwischen 20 und 35 Hz ab. (...)

Diese Versuche mit 147 MHz Feldern wurden unabhängig von Blackman, Elder, Benane, Weil und Eichinger wiederholt und das Wirkungsfenster für die Modulationsfrequenz zwischen 9 und 16 Hz bestätigt. Sie fanden auch dass diese Wirkung nur bei Bestrahlungsstärken in der Nähe von 1 mW/cm² statistisch signifikant waren. Dieses Leistungsfenster wurde für Hirngewebe von Hühnern, die einem sinusförmig mit 16 Hz modulierten 450 MHz Feld ausgesetzt waren, bestätigt. In diesem letzten Versuch fand ein statistisch signifikanter Ausstoß von radioaktivem Kalzium nur bei Bestrahlungsstärken von 0,1 und 1 mW/cm², aber nicht bei 0,05 und 5 mW/cm² statt. Dosimetrische Messungen zeigten Spannungsgradienten von 100 mV/cm im Gewebe bei Bestrahlungsstärken von 1 mW/cm².

Motor coordination or balance degradation during microwave energy exposure. Alan H. Frey, Sheila Gendleman In: Bulletin of the Psychonomic Society, 1979, Vol. 14 (6), 442-444

Einschränkung der Koordination der Bewegung oder des Gleichgewichts während der Bestrahlung mit Mikrowellen

In den letzten Jahren wurde Mikrowellenenergie zu einem weitverbreiteten und ständig wichtiger werdender Faktor in unserer Umwelt. In diesem Jahrzehnt hat eine Reihe von Experimenten verschiedene Beeinflussungen des Verhaltens durch die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie niedriger Intensität gezeigt. Es wird klar, dass der hauptsächliche Einfluss dieser Energie das Nervensystem und das Verhalten betrifft. (...)

Ein Gerät mit einem horizontal rotierenden Stab wurde entwickelt, um Ratten während der Bestrahlung mit Mikrowellenenergie darauf balancieren zu lassen. Das Gerät (...) bestand aus einem Stab, einem Motor und einem U-förmigen Rahmen. Der Stab aus Holz hatte einen Durchmesser von 3,2 cm und wurde von Lagerringen gehalten, die auf den U-förmigen Rahmen aus Holz montiert waren. Ein Getriebemotor mit einstellbarer Geschwindigkeit hinter einem Energie absorbierenden Block trieb den Stab an.

Zwei 30x23x0,65 cm Platten aus weißem Polystyrol hingen an zwei weiteren Holzstäben über dem Stab und teilten den Platz über dem Stab in drei Teile. Die Zwei Platten waren an der unteren Seite eingekerbt damit sie über den sich drehenden Stab passten. Diese Platten hinderten die Tiere daran, am Ende des Stabes von diesem herunterzulaufen.(...)

Die Anfangsgeschwindigkeit des Stabes war 14 Umdrehungen pro Minute, mit einer Höchstgeschwindigkeit von 42 Umdrehungen pro Minute nach 90 Sekunden. Nach zwei Minuten oder wenn das Tier von dem Stab fiel wurde die Motorsteuerung zurückgesetzt. (...)

Die in diesen Versuchen benutzten Mikrowellenfrequenzen waren 1, 1,3 und 1,5 GHz. Die Pulswiderholrate betrug 1000 Pulse pro Sekunde mit einer Pulslänge von 0,5 Millisekunden. (...) Erste Untersuchungen deuteten darauf hin, dass der Grenzwert für eine Wirkung in der Nähe von 1 mW/cm2 liegen würde. Da wir den Grenzwert für kleine Gruppen herausfinden wollten, betrug die gemessene durchschnittliche Leistung in Experiment 1 1,4 mW/cm2 mit einer Spitzenleistung von 2,8 mW/cm2. In Experiment 2 betrug die gemessene durchschnittliche Leistung 0,2 mW/cm2 mit einer Spitzenleistung on 0,4 mW/cm2. (...)

Das Tier wurde auf den Stab gesetzt, die betreffende Bestrahlung eingeschaltet und die Drehung des Stabes gestartet. Bestrahlung und Drehung wurden fortgesetzt bis das Tier sein Gleichgewicht verlor. Als Verlust des Gleichgewichts zählte das Herunterfallen vom Stab und das Ende des Stehens auf dem Stab (wenn das Tier sich um den Stab wickelte um nicht herunterzufallen.) Die Zeit auf dem Stab in Sekunden wurde aufgezeichnet mit einer maximalen Zeit von 120 Sekunden. (...)

Die Tiere wurden über eine Zeit von 2 Wochen in sechs Sitzungen getestet. Während jeder Sitzung wurden die Tiere in 5 Versuchen zu 120 Sekunden verwendet. Es gab eine bestrahlte und eine Kontrollgruppe für jede Frequenz, mit sechs Tieren in jeder Gruppe.

Experiment 1
(...) Ergebnis
Die mittlere Zeit auf dem Stab wird in Bild zwei für jede Frequenz gezeigt. (Hier als Zahlenwert widergegeben):

1,0 GHz: bestrahlt 39 Sekunden, unbestrahlt 56 Sekunden,
1,3 GHz: bestrahlt 36 Sekunden, unbestrahlt 51 Sekunden,
1,5 GHz: bestrahlt 38 Sekunden, unbestrahlt 61 Sekunden

Der Unterschied zwischen der bestrahlten und der Kontrollgruppe war bei 1,3 und 1,5 GHz signifikant (...)

Am Ende des Experiments wurde die Drehrichtung des Stabes umgekehrt. Die Tiere wurden auf den Stab gesetzt, so dass sie wie zuvor vorwärts laufen mussten, aber die Antenne sich hinter ihnen befand. Das Verhalten der mit Mikrowellen bestrahlten Tiere wurde gestört und ihre Leistung wurde unvorhersehbar. Fünf Versuche waren notwendig bis sich ihre Leistung stabilisierte. Im Gegensatz dazu gewöhnten sich die nicht bestrahlten Tiere leicht an die Veränderung und bereits beim zweiten Versuch erreichten sie ihre vorherige Leistung.

Experiment 2
(...) Ergebnis
Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen bestrahlten und unbestrahlten Tieren.(...) Der Trend deutet darauf hin, dass es einen minimalen Effekt gibt, der möglicherweise durch die Verwendung einer großen Gruppe von Tieren nachgewiesen werden könnte.

Diskussion
Pulsmodulierte Mikrowellenenergie mit der Charakteristik wie sie in diesem Experiment verwendet wird hat einen schädlichen Effekt auf die Koordination der Motorik oder das Gleichgewicht wie durch den Test auf dem sich drehenden Stab festgestellt werden kann. Die Wirkung tritt sofort ein, ist deutlich, denn sie kann mit kleinen Gruppen von Versuchstieren nachgewiesen werden und tritt bei kleinen Bestrahlungsstärken auf, wie sie oft in Versuchen zum Verhalten bei Mikrowellenbestrahlung verwendet werden. Also muß dieser Effekt bei der Bewertung von vielen Verhaltensexperimenten, die unter dem Einfluß von Mikrowellenenergie gemacht werden, berücksichtigt werden. Der Effekt an sich ist auch von Bedeutung. Er könnte möglicherweise auf eine Wirkung von Mikrowellen auf das Nigrostriatale System des Hirns oder das Gleichgewichtsorgan im Innenohr hindeuten. Eine Möglichkeit, diese beiden Systeme für Versuche mit Tieren in Mikrowellenfeldern auseinander zuhalten muß entwickelt werden. Das Resultat des Versuches mit dem rückwärts drehenden Stab in Experiment 1 könnte eine Folge der veränderten Aufnahme der Energie oder aber ein nicht von der Aufnahme abhängender Effekt sein.

Interaction of Psychoactive Drugs with Exposure to Electromagnetic Fields, Allen H. Frey; Lee S. Wesler In: Journal of Bioelectricity, 9(2), 187-196 (1990)

Wechselwirkung von Psychoaktiven Chemikalien mit Elektromagnetischen Feldern

(...) Frey und Spector sagten vorher, daß durch leichten Druck auf den Schwanz hervorgerufene Aggression durch den Einwirkung elektromagnetischer Energie beeinflußt würde. (Anmerkung 12: Frey, A.H., and Spector, J.: Exposure to RF electromagnetic energy decreases aggressive behavior. In: Aggres. Behav. 12, 285-291, 1986) In einer Reihe von 3 Experimenten wurde herausgefunden, daß es zu einer bedeutenden Verringerung des aggressiven Verhaltens bei Bestrahlungsstärken von nur 50 Mikrowatt pro Quadratzentimeter kam. Dadurch gibt es nun entscheidende Hinweise darauf, daß die Dopamin-Opiat Systeme des Gehirns für Wirkungen von elektromagnetischen Feldern verantwortlich sind.

Auf der Grundlage der Dopamin-Opiat Hypothese wurden Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischer Energie niedriger Intensität und der Behandlung mit Chlordiazepoxid, Haloperidol und Naloxon vorhergesagt. Die Benzodiazepine wirken selektiv auf die polysynaptischen neuronalen Wege des zentralen Nervensystems und man nimmt an, daß sie die Wirkung von Gammaaminobuttersäure (GABA) beeinflussen. Haloperidol scheint durch die postsynaptische Blockade der Dopamin Rezeptoren des zentralen Nervensystems zu wirken.

(...) Die Einwirkung von elektromagnetischer Energie und Chlordiazepoxid (Librium) Behandlung wurde anhand stereotypischen Verhaltens als Test untersucht. (...)
Es wurden sechs Gruppen von Ratten benutzt. Drei Gruppen wurden nicht bestrahlt: Einer Gruppe davon wurde 30 Minuten vor dem Test eine Salzlösung ohne Medikament gespritzt, der zweiten Gruppe Chlordiazepoxid in einer Menge von 5 Milligramm pro kg Körpergewicht und der dritten Gruppe 20 Milligramm Chlordiazepoxid pro kg Körpergewicht. Die drei anderen Gruppen wurden ebenfalls mit entsprechenden Lösungen behandelt und wurden dann mit elektromagnetischer Energie der Frequenz 1,2 GHz bei einer Wiederholrate von 11 Pulsen pro Sekunde und einer Pulslänge von 20 Mikrosekunden bestrahlt. Die durchschnittliche Leistungsdichte betrug 8 Mikrowatt pro Quadratzentimeter.

Ein Test bestand darin, die Ratten in eine Kiste zu setzen und sie dann mit elektromagnetischer Energie zu bestrahlen, wie es im Experiment vorgesehen war. (...) Nach einer Minute der Bestrahlung oder der Scheinbestrahlung wurde ein Gerät zur Druckerzeugung an einem mit Tinte markierten Punkt 4 Zentimeter vor dem Ende des Schwanzes angebracht. Ein Beobachter, der nicht von den Behandlungsbedingungen informiert war, zeichnete die Zeit, die die Ratte während der nächsten zwei Minuten mit lecken und knabbern verbrachte, auf. (...)
(...) Das Ergebnis zeigte, daß Chlordiazepoxid, Naloxon und Haloperidol die erwartete Wirkung auf das Verhalten hatte. Diese Ergebnisse unterstützen die zunehmenden Daten die zeigen, daß die Dopamin-Opiat Systeme teilweise für die Wirkung von elektromagnetischen Feldern verantwortlich sind. (...)
(...) Also gibt es nun eine bedeutende Zahl von Daten, die darauf hinweisen, daß Systeme des Gehirns, vor allem das Dopamin-Opiat System, durch kurze Bestrahlung mit elektromagnetischen Feldern sehr niedriger Intensität beeinflußt werden.

Wie bereits früher erwähnt (Wesler L. and Frey, A.H.: Microwave energy interaction with the dopamine and opiate systems of the brain, Bioelectromagnetics Society Third Annual Meeting, Washington, DC, 1981) ist eine Konsequenz der Dopamin-Opiat Hypothese daß elektromagnetischer Felder wahrscheinlich die Temperaturregelung des Körpers durch den Hypothalamus beeinflußt. Der Mechanismus zur Regelung der Körpertemperatur befindet sich im Hypothalamus und es wird angenommen, daß Dopamin eine wichtige Rolle bei der Regelung dieses Mechanismus spielt. Es scheint nun noch wahrscheinlicher, daß Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie niedriger Intensität den Regelpunkt des Hypothalamus über die Dopamin-Opiat Systeme beeinflußt. Die Folge wäre eine Änderung der Körpertemperatur wie sie beschrieben wurde. (Lai, H.; Horita, A.; Chou, C. and Guy, A.: The pharmacology of post exposure hyperthermia response to acute exposure to 2450 MHz pulsed microwaves, Bioelctromagnetics Society Sixth Annual Meeting, Atlanta, GA, 1984)

Über Jahre hinweg wurde von einigen behauptet, daß alle Effekte elektromagnetischer Felder auf thermischen Effekten beruhen. Ironischerweise erscheint es nun, daß diese Behauptung auf einer Verwechslung von Ursache und Wirkung beruht, denn die Daten zeigen, daß das Steigen der Körpertemperatur in vielen Fällen wahrscheinlich eine Konsequenz der Einwirkung der Energie auf die Dopamin-Opiat Systeme des Gehirns sind.

Morphine effects appear to be potentiated by microwave energy exposure, Allen H. Frey, Lee S. Wesler. In: Journal of Bioelectricity, 3 (3), 373-383 (1984)

Die Wirkung von Morphium scheint durch Bestrahlung mit Mikrowellenenergie verstärkt zu werden.

Zusammenfassung
Es wurde festgestellt, dass Mikrowellenenergie niedriger Intensität sowohl das Verhalten als auch die chemischen Vorgänge im Gehirn beeinflusst. Immer mehr Beweise zeigen, dass die Dopaminsysteme des Gehirns an der Vermittlung dieser Effekte beteiligt sind. Aus der pharmakologischen Literatur ergibt sich eine Wechselwirkung zwischen den Dopamin- und Endorphinsystemen. Eine Ausdehnung der Dopaminhypothese auf durch Mikrowellenenergie ausgelöste Effekte führt zu der Erkenntnis, dass Bestrahlung mit Mikrowellenenergie diese Wechselwirkungen zwischen den Dopamin- und den Endorphinsystemen in vorhersehbarer Weise beeinflussen sollten. Das hier beschriebene Experiment, das ein Standardverfahren zur Messung der Funktion des Opiatsystems benutzt, erforscht genau diese Möglichkeit. Es wurde festgestellt, dass Bestrahlung mit Mikrowellenenergie niedriger Intensität die Wirkung von niedrigen Dosen von Morphium in einem Opiattest verstärkt. (...)

Im Jahre 1976 stellten Frey und Spector die Hypothese auf, dass Bestrahlung mit elektromagnetischer Energie die Dopaminsysteme des Gehirns beeinflussen. (...) Eine Reihe von Versuchen zur Überprüfung dieser Hypothese zeigten, dass die Dopaminsysteme des Gehirns durch eine solche Bestrahlung beeinflusst werden können. (...) Frey und Wesler dehnten die Dopaminhypothese aus und lieferten Daten dafür, dass die Endorphinsysteme auch an der Vermittlung von Effekten elektromagnetischer Energie beteiligt sind. (...)

Verschiedene Autoren haben vorgeschlagen dass das Dopaminsystem die letzte Stufe ist, durch die das Endorphinsystem wirkt, und zwar durch eine Hemmung des Dopaminsystems. Diese Annahme wird durch verschiedene Studien gestützt, die zeigen, dass Apomorphin, ein Dopaminagonist (Anmerkung: also ein Dopaminverstärker) der Morphiumwirkung entgegenwirkt während Haloperidol, ein Dopamininhibitor (Anmerkung: also ein Dopaminhemmer) die Morphiumwirkung verstärkt. Da die Ergebnisse unserer vorangegangenen Erforschung der Wechselwirkung von Mikrowellenenergie mit Apomorphin, Librium, Naloxon, Morphium und Haloperidol mit den oben genanten Ergebnissen übereinstimmen, gibt es eine feste Grundlage für die Ausdehnung der Dopaminhypothese unter Einschluß der Endorphine. (...)

Neunzehn männliche Wistar Ratten wurden verwendet. (...) Die Mikrowellenquelle produzierte Pulse mit einer Länge von 0,5 Millisekunden und einer Pulswiderholrate von 1000 Pulsen pro Sekunde bei einer Frequenz von 1,2 GHz. (...) Die durchschnittliche Leistung pro Quadratzentimeter betrug 0,2 Milliwatt. Der Grad der Betäubung wurde festgestellt, indem die Zeit vom Beginn der Erhitzung des Schwanzes bis zum Bewegen des Schwanzes gemessen wurde. Dazu wurden die Tiere in eine Dose gesteckt.(...) Das letzte Drittel des Schwanzes wurde auf einen 100 Ohm, 0,5 Watt Widerstand gelegt. (...) Strom aus einer regelbaren Gleichstromquelle erhitzte den Widerstand. Eine digitale Uhr wurde verwendet, um die Zeit zwischen dem Beginn der Erhitzung und dem Wegziehen des Schwanzes zu messen. Fünf Gewöhnungs- und Kalibrierversuche, jeder aus zehn aufeinanderfolgenden einzelnen Tests bestehend, wurden während einer Zeit von 3 Wochen durchgeführt. Dabei wurde jede Ratte in die Dose gesteckt und ihr Schwanz auf den Widerstand gelegt. Durch die Veränderung der Heizspannung des Widerstandes bei jedem Test wurde für jede Ratte die Spannung festgestellt, die ungefähr nach 8 Sekunden zur Bewegung des Schwanzes führte. Nach der Gewöhnungs- und Kalibrierzeit wurde jede Ratte für den Versuch nach dem Zufallsprinzip in eine von vier Versuchsgruppen eingeteilt.

Der eigentliche Versuch wurde an vier Tagen mit der für jedes Tier vorher festgelegten Heizspannung durchgeführt. Jedes Experiment bestand aus sechs Einzelversuchen während einer Zeit von 15 Minuten. Der erste Versuch an jedem Tag diente der Gewöhnung der Ratten und wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt. Am ersten Tag wurde allen Ratten 30 Minuten vor ihrem jeweiligen Versuch subkutan 0,25 Kubikzentimeter einer Salzlösung gespritzt. Während des Versuches wurden sie nicht bestrahlt. Die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie fand während der 15 Minuten dauernden

Versuche am 2., 3. und 4. Tag statt. An diesen Tagen wurde jedes Tier 30 Minuten vor dem Versuch mit 0,25 Kubikzentimeter der jeweiligen Flüssigkeit gespritzt. Einer Gruppe wurde eine niedrige Morphiumdosis (1,0mg/kg) gespritzt und diese Gruppe wurde nicht bestrahlt. Eine weitere Gruppe wurde ebenfalls mit einer niedrigen Morphiumdosis (1,0mg/kg)gespritzt, aber dann bestrahlt. Die dritte Gruppe wurde mit einer hohen Morphiumdosis (7,0mg/kg) gespritzt und dann nicht bestrahlt während die vierte Gruppe nach dem Spritzen der hohen Morphiumdosis (7mg/kg) bestrahlt wurde. (...)

Ergebnis
Alle statistischen Analysen wurden unter Verwendung der durchschnittlichen Zeit der fünf Versuche bis zum Bewegen des Schwanzes des einzelnen Tieres an jedem einzelnen Tag durchgeführt. (...) Die Zeit des ersten Tages jeder Gruppe, also ohne Beeinflussung, wurde mit den Zeiten des 2., 3. und 4. Tages verglichen. (...) Die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes der bestrahlten Gruppe mit einer Morphiumdosis von 1,0 mg/kg nahm zu und die Zunahme war signifikant ($t = 2,46$, $p < 0,05$). Im Gegensatz dazu zeigte die nichtbestrahlte aber mit 1mg/kg gespritzte Gruppe keine Zunahme der Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes bei dieser geringen Menge von Morphium. Die bestrahlte und die nichtbestrahlte Gruppe der mit 7,0 mg/kg Morphium gespritzten Tiere zeigten eine signifikant längere Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes. ($t = 7,56$, $p < 0,05$ sowie $t = 8,19$, $p < 0,05$)

Diskussion
Es gibt gewichtige Beweise dafür, dass die Dopaminsysteme des Gehirns als Vermittler der Effekte von Mikrowellenenergie beteiligt sind. Da die Literatur zeigt, dass die Dopaminsysteme des Gehirns der letzte Vermittler des Endorphinsystems sein könnte, wurde die Hypothese aufgestellt, dass die Endorphinsysteme ebenfalls bei der Wirkung von Mikrowelleneffekten beteiligt sind. Diese Hypothese wird von den Ergebnissen dieses Versuches bestätigt. Eine niedrige Dosis von Morphium allein hatte keine signifikante Wirkung auf die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes. Wenn aber diese niedrige Morphiumdosis gemeinsam mit der Mikrowellenstrahlung angewendet wurde, verlängerte sich die Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes signifikant. Also scheint Mikrowellenenergie die schmerzdämpfende Wirkung von Morphium zu verstärken, ähnlich wie dies klassische Dopaminhemmer (also Haloperidol) tun.

Wenn man dieses Ergebnis unter Berücksichtigung einer vorangegangenen Serie von Experimenten (Frey, A.H.; Wesler, L.S.: Tail pressure behaviors modification associated with microwave energy exposure. Bioelectromagnetics Society Second Annual Meeting, San Antonio, TX, 1980) betrachtet, scheinen mehrere Erklärungen möglich. Bestrahlung mit Mikrowellenenergie könnte die Dopaminrezeptoren beeinflussen, möglicherweise durch die Veränderung von Proteinen der neuronalen Membrane. Die Bindung von Dopamin könnte verhindert, der Kalziumstoffwechsel verändert oder eine Kombination von beidem könnte auftreten. Frey und Wesler haben die erste Vermutung bewiesen und die Zweite ergibt sich aus den Resultaten der Studien von Blackmann, Benana, Joines, Hollos und House (Blackman, C.F.; Benane, S.G.; Joines, W.T.; Hollis, M.A.; House, D.E.: Calcium-ion efflux from brain tissue: Power-density versus internal field intensity dependencies at 50 MHz RF radiation. Bioelectromagnetics 1(3), 277-284, 1980) sowie von Bawin und Adey (Bawin, S.M.; Adey, W.R.: Calcium binding in cerebral tissue. Proceedings of Symposium on Biological Effects and Measurement of radiofrequency/microwaves. HEW Publication (FDA) 77-8026, D.G. Hazzard, Ed., 305-313, 1977). Beide Möglichkeiten würden den Dopaminmechanismus beeinflussen. Es scheint möglich, dass sowohl Dopaminbindung als auch Kalziumstoffwechsel bei dieser Wirkung von Mikrowellenenergie beteiligt sind.

Dopamine receptors and microwave energy exposure
Allan H. Frey; Lee S. Wesler
In: Journal of Bioelectricity, 2 (2&3), 145-157 (1983)

Dopaminrezeptoren unter dem Einfluß von Mikrowellenenergie

Es hat sich gezeigt, daß Bestrahlung mit Mikrowellenenergie niedriger Stärke chemische Abläufe im Gehirn und das Verhalten ändern. Es wurde bereits die Hypothese aufgestellt, daß die Dopaminsysteme des Gehirns an der Entstehung dieser Wirkungen beteiligt sind. Und die Beweise dafür mehren sich. Neue Berichte deuten auf eine gegenseitige Beeinflussung von Dopamin- und Endorphinsystemen des Gehirns. Eine Erweiterung der Dopaminhypothese legt nahe, daß der Einfluß von Mikrowellenstrahlung auf das Dopaminsystem sich auch in vorhersagbarer Weise auf die gegenseitige Beeinflussung von Dopamin- und Endorphinsystem auswirken müsste. Der hier beschriebene Versuch untersucht direkt diese Möglichkeit mit Hilfe eines Standardtests für die Funktion des Opiatsystems. Es wurde herausgefunden, daß die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie niedriger Stärke die Unterschiede der Wirkung hoher und niedriger Apomorphin Dosen in einem üblichen Test für das Opiatsystem aufhebt.

Einleitung
Es hat sich gezeigt, daß die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie niedriger Stärke (durchschnittliche Leistungsdichte weniger als 10 mW/cm2) das Verhalten von Versuchstieren beeinflusst. Es zeigten sich unter anderem Einflüsse auf Vermeidungsverhalten, Fluchtverhalten, Zeitwahrnehmung, Bewegungsaktivität und auf durch Belohnung antrainiertes erwünschtes Verhalten. (...)

Wir sagen vorher daß Apomorphin, ein Dopamin Agonist (Verstärker) der in geringer Dosis präsysnaptische Dopamin Freisetzung durch die Stimulierung der präsynaptischer Dopaminrezeptoren verhindert, die bis zur Bewegung des Schwanzes (einer Ratte als Reaktion auf Hitze) vergehende Zeit vergrößert, also die Wirkung einer hohen Morphiumdosis hat. Es hat sich auch gezeigt, daß Stimulation der postsynaptischen Dopaminrezeptoren mit hohen Dosen Apomorphin der Morphiumwirkung entgegenwirkt und gleichzeitig Überempfindlichkeit hervorruft, was sich in verringerter Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes (bei Reizung) zeigt. Es lässt sich vorhersagen, daß Mikrowellenenergie die auf das Dopaminsystem einwirkt, auch diese gegenseitige Beeinflussung stören sollte. (...)

Betäubung wird mit einem Test gemessen, der die Zeit vom Beginn einer Wärmestimulation des Schwanzes des Tieres bis zum Wegziehen des Schwanzes von der Wärmequelle bestimmt. Das Maß für die Betäubung ist die Länge der Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes.

Die Tiere wurden in eine Dose gebracht um ihre Bewegung einzuschränken. (...) Das hintere Drittel ihres Schwanzes wurde auf einen 100 Ohm / 0,5 Watt Widerstand gelegt. (...) Der Strom einer regelbaren Gleichstromquelle erwärmte den Widerstand. Ein digitales Zeitmessgerät wurde parallel zu dem Heizwiderstand geschaltet, so daß die Zeit zwischen dem Beginn der Erwärmung und der Bewegung des Schwanzes gemessen werden konnte. Während der Versuche zur Gewöhnung der Tiere und zur Kalibrierung des Versuchs wurde für jede Ratte die Spannung ermittelt, die dazu führte daß die Ratte 8 Sekunden nach dem Einschalten der Spannung den Schwanz von dem Widerstand zog. Es wurde ein Mikrowellengenerator verwendet, der Energie mit einer Frequenz von 1,2 GHz abstrahlte. Die Pulslänge betrug 0,5 Millisekunden und die Pulswiderholrate 1000 Pulse pro Sekunde. (...) Die durchschnittliche Leistungsdichte betrug 0,2 mW / cm2. (...)

Fünf Gewöhnungs- und Kalibrierversuche, die jeweils aus zehn aufeinander folgenden Einzelversuchen bestanden, wurden währen einer Zeit von 3 Wochen durchgeführt. Dabei wurde jede Ratte in die Dose gebracht und ihr Schwanz auf den Widerstand gelegt. Durch Änderung der Spannung bei jedem Versuch wurde für jede Ratte die Spannung ermittelt, die nach 8 Sekunden zum Bewegen des Schwanzes führte. Nach dieser Zeit der Gewöhnung und Kalibrierung wurde jede Ratte für den eigentlichen Versuch planlos einer von 6 Versuchsgruppen zugeteilt.

Der eigentliche Versuch fand an 4 aufeinander folgenden Tagen statt wobei bei jedem Tier die jeweils vorher festgelegte individuelle Heizspannung verwendet wurde. Jede Versuchsgruppe bestand aus

sechs Einzelversuchen während einer Zeit von 15 Minuten, wobei vorher festgelegt worden war, daß der erste Einzelversuch eines Tages jeweils nicht in der Auswertung verwendet wurde. Am ersten Tag wurde bei allen Tieren ein Scheinversuch durchgeführt, wobei jedem Tier jeweils 30 Minuten vor dem Versuch 0,2 Kubikzentimeter einer physiologischen Salzlösung IP (Intra Peritoneal, also in die Bauchöhle) gespritzt wurde. Die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie fand während 15 Minuten am 2., 3. und 4. Tag statt. Am 2., 3. und 4. Tag wurde jedem Tier 30 Minuten vor dem jeweiligen Versuch 0,2 Kubikzentimeter der entsprechenden Flüssigkeit gespritzt. Einer Gruppe von Tieren wurde eine niedrige Dosis von Apomorphin, 0,1 mg pro kg Körpergewicht gespritzt, worauf die Tiere scheinbestrahlt wurden (LAS Gruppe); einer anderen Gruppe wurde eine niedrige Dosis von Apomorphin gespritzt und die Tiere wurden dann mit Mikrowellen bestrahlt (LAM Gruppe); einer Gruppe wurde eine hohe Dosis von Apomorphin, 1,0 mg pro kg Körpergewicht gespritzt und die Tiere dann scheinbestrahlt (HAS Gruppe); einer Gruppe wurde eine hohe Dosis Apomorphin gespritzt und die Tiere dann mit Mikrowellen bestrahlt (HAM Gruppe); einer Gruppe wurde die Salzlösung ohne Apomorphin gespritzt und die Tiere dann scheinbestrahlt (SS Gruppe); und einer Gruppe wurde die Salzlösung gespritzt und die Tiere dann mit Mikrowellen bestrahlt (SM Gruppe). Dem den Versuch Durchführenden war nicht bekannt, welchem Tier welche Flüssigkeit gespritzt worden war.

Ergebnisse
Zur statistischen Auswertung wurde für jeden Tag der Durchschnitt aus den jeweils fünf Versuchen eines Tieres verwendet, in der die Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes gemessen wurde. Die durchschnittliche Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes am 1. Tag, also ohne Apomorphin, wurde für jedes Tier in jeder Gruppe mit der durchschnittlichen Zeit verglichen, die es am 2., 3. und 4. Tag benötigte um den Schwanz zu bewegen. (...) Der Zeitunterschied zwischen den Versuchen ohne Apomorphin und mit Apomorphin war signifikant für die LAS Gruppe ($p < 0.005$), die HAS Gruppe ($p < 0.005$) und die SM Gruppe ($p < 0,05$). Die Unterschiede sind in Bild 1 dargestellt.

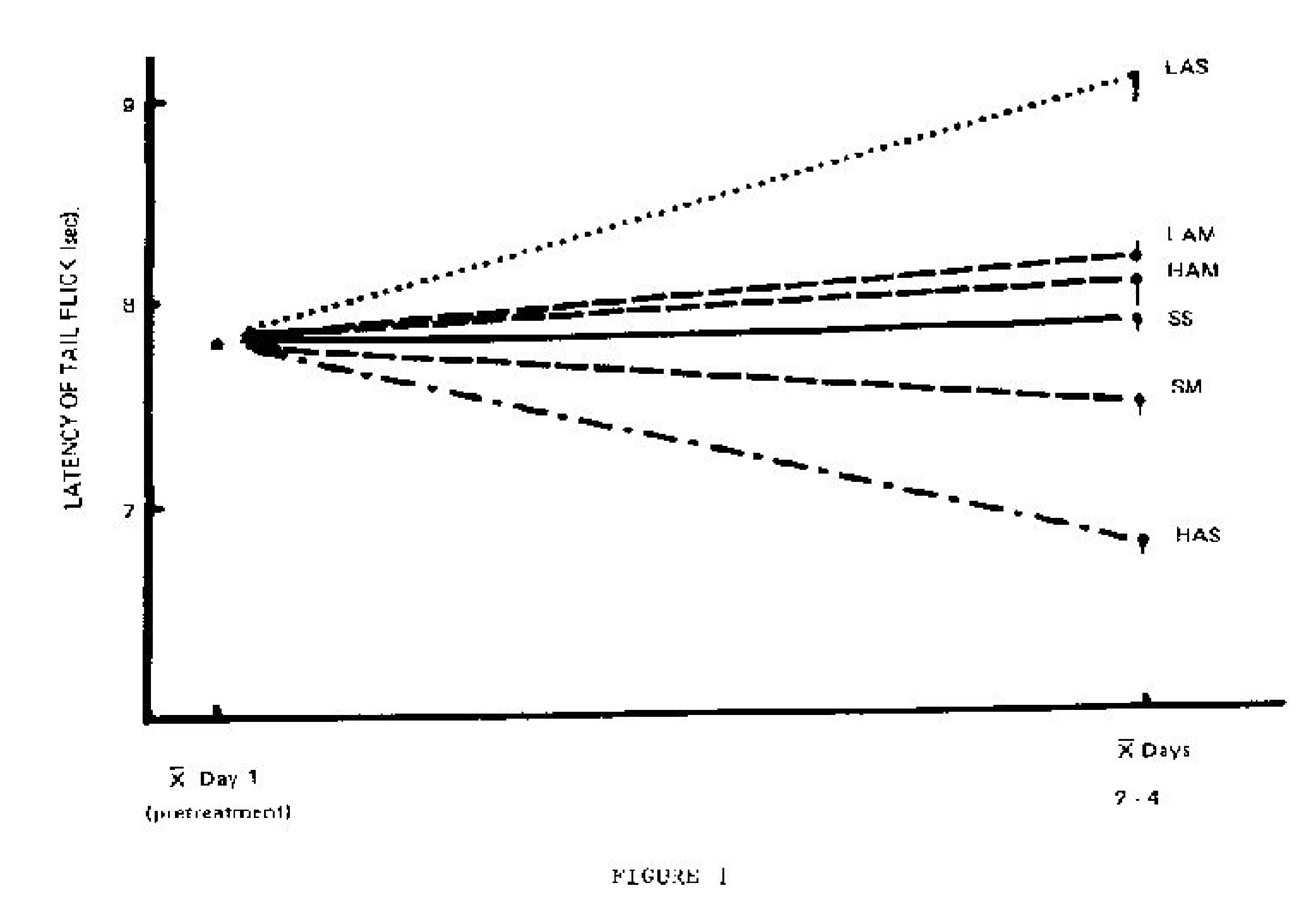


FIGURE 1

Comparison of the mean tail flick latencies (Days 2-4) of the six groups. The Day 1 (pre-treatment) mean was derived from the pre-treatment latencies of the six groups, since there was no significant difference between groups in the pre-treatment session.

Die am ersten Tag bis zur Bewegung des Schwanzes in den sechs Gruppen notwendigen Zeiten wurden verglichen (...) und es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Also waren die verschiedenen Gruppen zu Beginn des Versuches vergleichbar. Sich auf Grund der Dopaminhypothese ergebende Vorhersagen über die mit Apomorphin behandelten Gruppen wurden dann untersucht. Es wurde vorhergesagt, daß eine niedrige Dosis Apomorphin, 0,1 Milligramm/kg, die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes verlängern würde. Die durchschnittliche Zeit der LAS Gruppe von 9,1 war signifikant größer als die Zeit der SS Gruppe von 7,9 ($F = 12{,}3$; $p < 0{,}005$). Es wurde vorhergesagt, daß Bestrahlung mit Mikrowellen die Wirkung des Apomorphins blockieren würde. Die durchschnittliche Zeit der LAM Gruppe betrug 8,2 und war damit signifikant geringer als die Zeit der LAS Gruppe mit 9,1 ($F = 7{,}08$; $p < 0{,}02$). Es wurde vorhergesagt, daß eine hohe Dosis von Apomorphin, 1,0 Milligramm/kg die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes verringern würde. Die durchschnittliche Zeit der HAS Gruppe war mit 6,8 signifikant geringer als die Zeit der SS Gruppe mit 7,9 ($F = 28{,}4$; $p < 0{,}001$). Es wurde ebenfalls vorhergesagt, daß die Bestrahlung mit Mikrowellenenergie die Wirkung von Apomorphin blockieren würde. Die durchschnittliche Zeit der HAM Gruppe von 8,1 war signifikant größer als die Zeit der HAS Gruppe von 6,8 ($F = 13{,}1$, $p < 0{,}01$). Die unterschiedliche Wirkung bei den verschieden behandelten Tieren zeigt Bild 1.

Diskussion

Diese Ergebnisse sind ein weiterer Beweis dafür, daß die Dopamin und die Endorphin Systeme an der Wirkung der Mikrowellenenergie beteiligt sind, worüber wir zuerst 1981 berichtet haben. (...) In dem beschriebenen Versuch verlängerten niedrige Dosen von Apomorphin eindeutig die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes, was nach der Literatur eine Folge der Unterdrückung der präsynaptischen Dopamin Ausschüttung ist, die durch die Stimulation der präsynaptischen Dopaminrezeptoren hervorgerufen wird. Hohe Apomorphindosen verringerten signifikant die Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes, was mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen übereinstimmt und nach der Literatur als direkte Stimulation von postsynaptischen Dopaminrezeptoren interpretiert wird. In dem beschriebenen Versuch blockierte Bestrahlung mit Mikrowellenenergie die Wirkung von Apomorphin auf die Zeit bis zum Bewegen des Schwanzes. Eine mögliche Erklärung dafür ist, daß Bestrahlung mit Mikrowellenenergie den Ort des Dopaminrezeptors verändert, vielleicht durch einen Einfluß auf die Proteine an der Membrane des Nerven. Wenn dem so ist, scheint es, daß sowohl präsynaptische als auch postsynaptische Rezeptoren beeinflusst werden. Aus den Versuchen lässt sich auch erkennen, daß Bestrahlung mit Mikrowellenenergie alleine die Zeit bis zur Bewegung des Schwanzes zu verringern scheint. Möglicherweise sind daran Verstärkung der präsynaptischen Aktivität oder direkte Stimulation von postsynaptischen Rezeptoren beteiligt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung unterstützen 1. die gegenwärtigen Überlegungen, daß die Dopaminsysteme des Gehirns eine Fortsetzung in der Kette des Endorphinsystems sind. Sie zeigen 2. das präsynaptische / postsynaptische Verhältnis zwischen Dosis und Wirkung eines Stoffes der oft in der Hirnforschung verwendet wird. 3. zeigen sie, daß Mikrowellenenergie niedriger Stärke die Wirkung dieses Stoffes blockiert und klären 4. wie Mikrowellenenergie die Dopaminsysteme des Gehirns und dadurch die Wirkung der Endorphinsysteme beeinflussen könnte.

Zur Wirkung der elektromagnetischen Zentimeterwellen auf das Nervensystem des Menschen (Radar)

Šercl, M. et al.
In : Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete 7 :897-906, 1961

(...) Die spezifische Wirkung der Wellen bildet noch einen Gegenstand der Diskussion.
Eine Reihe von Autoren führt bestimmte Symptome an, die sie als charakteristisch für die Wirkung der Zentimeterwellen halten. Am häufigsten werden bei den Arbeitenden Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Schwindelanfälle, gereizte Stimmung, Gedächtnisverlust, Ermüdung, Verlust von Fähigkeiten zu einer Geistesarbeit, Änderungen in der Tätigkeit des Herz- und Gefäßsystems, Appetitlosigkeit beschrieben.
(...)
Wir haben zwei Gruppen von Arbeitern, die sich durch den Charakter der Arbeit bedeutend unterscheiden, beobachtet.

Die erste Gruppe (Arbeiter der technischen Kontrolle) kontrolliert den Gang der Apparate in einer abgeschlossenen Kabine bei vollkommener Abschirmung oder bei einem offenen vorderen Guckloch. Bei der Arbeit außerhalb der Kabine hält sich der Arbeiter immer hinter der Antenne oder bewegt sich in der Umgebung der Antenne in einem Kreis von etwa 50 m, meistens außerhalb des Hauptstrahls.
(...)

Die zweite Gruppe von Angestellten (Arbeitende der Forschungsabteilung) hatte einen wesentlich anderen Arbeitscharakter. Die Angestellten dieser Gruppe arbeiten an neuen Apparatetypen, meistens in Laboratorien oder bei Proben im Terrain. Es gibt bei ihnen keine regelmäßige Strahlungsexposition wie bei den Arbeitern der ersten Gruppe, mit der Strahlung kommen sie nur stoßweise einige Male im Monat in Berührung, dann aber meistens während der ganzen Arbeitszeit.
(...) Wesentlich unterscheidet sich (...) die Intensität des elektromagnetischen Feldes, der diese Angestellten im Vergleich mit der ersten Gruppe ausgesetzt sind. Die Intensität erreicht hier bis zum Hundertfachen und noch mehr als bei der ersten Gruppe, und ordnungsgemäß bewegt sie sich im Durchschnitt in Zehnern von Mikrowatt pro Quadratzentimeter. Es kommt aber nicht selten vor, dass der Angestellte bei seiner Arbeit vor der Antenne in großer Nähe derselben durch die volle Leistung des Apparates getroffen wird. Bei einigen Typen von Apparaten entweicht aus den Elektronenröhren die weiche Röntgenstrahlung in der Intensität von 0,02 bis 0,08 r/Stunden. Dieser Strahlung werden aber nur die einzelnen Angestellten unregelmäßig ausgesetzt, und sie übersteigt nicht die geduldete Wochendosis von 0,3 r.

Fassen wir die hygienische Einschätzung der Arbeitsstätten beider untersuchten Gruppen zusammen, so ergibt sich klar die verschiedenartige Weise ihrer Arbeit. Während die erste Gruppe ein regelmäßiges Arbeitsprogramm besitzt, und während bei ihr verhältnismäßig genau im Laufe des ganzen Jahres die Exposition mit einer verschiedenen Intensität der elektromagnetischen Strahlung mit einem Maximum bis zu 300 Mikrowatt / Quadratzentimeter festzustellen ist, ist die zweite Gruppe bei ihrem verschiedenen Arbeitsprogramm der Strahlung nur stoßweise ausgesetzt, jedoch in der Intensität 100 und sogar mehrfach. Vom Standpunkt der Arbeitshygiene ist diese zweite Arbeitsstätte viel gefährlicher als die Erste. (...)

Wenn wir unsere Gruppe von 36 mit elektromagnetischen Zentimeterwellen Arbeitenden beobachten, sehen wir, dass wir bei niemandem von ihnen ernstere Zeichen einer organischen Erkrankung des Zentralnervensystems festgestellt haben. Es kam jedoch eine ganze Reihe von subjektiven Beschwerden vor, wie z.B. Ermüdung, Schläfrigkeit, Kopf- und Augenschmerzen, hauptsächlich nach der Arbeit mit elektromagnetischen Wellen. In den objektiven neurologischen, elektroenzephalographischen Befunden und an den Augen haben wir kleine Abweichungen von den physiologischen Befunden festgestellt.

(Relevante Daten der Tabelle 3)

	Mit Radar beschäftigte (36)			**Kontroll-Gruppe (36)**
	Insgesamt	Technische Kontrolle (12)	Forschungsstätte (24)	
Augen- und Kopfschmerzen	13	4	9	4
Müdigkeit	18	5	13	2
Schläfrigkeit	10	1	9	1

(...) Die elektroenzephalographischen Befunde bei den Radaristen haben im Vergleich mit der Kontrollgruppe ein signifikantes Vorkommen von neurotischen Erscheinungen gezeigt. (...) Durch den Vergleich beider Gruppen haben wir in der Arbeitergruppe der Forschungsabteilung ein signifikantes Vorkommen der Ermüdung ($P<0{,}001$), Schläfrigkeit ($P<0{,}01$) und teilweise auch der Kopf- und Augenschmerzen ($P<0{,}05$) gegenüber der Arbeitergruppe der technischen Kontrolle festgestellt. In den übrigen neurologischen und elektroenzephalographischen Befunden und in den Augenbefunden wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Arbeitergruppen festgestellt.

Innersekretorische Beeinflussung der Blutungs- und Gerinnungszeit

E. Schliephake
In: Zentralblatt für Chirurgie 85: 1063-1066, 1960

Seit meinen Untersuchungen gemeinsam mit Weissenberg ist es bekannt, dass die Drüsen mit innerer Sekretion durch Bestrahlung mit Ultrakurzwellen aktiviert werden können. Dies wurde zunächst an Veränderungen des Blutzuckers gezeigt, die nach Durchflutung verschiedener endokriner Organe auftreten. Nach Durchflutung der Schädelbasis bei völlig gesunden Menschen steigt der Blutzucker um 10 bis 30 mg% an und sinkt im Laufe von 2 Stunden wieder ab. Durch Versuche an Tieren und Untersuchungen an Menschen konnte es sehr wahrscheinlich gemacht werden, dass dies im wesentlichen durch eine Anregung der Hypophyse zustande kommt. Durchflutung des Oberbauchs bewirken ebenfalls einen Anstieg des Blutzuckers, wahrscheinlich durch Aktivierung der Alphazellen des Pankreas, vielleicht auch der Nebennieren. Daß die Nebenniere anspricht, geht aus Untersuchungen von Antognetti hervor, der eine starke Vermehrung der Ketosteroide dabei nachwies.

Bei den Tierversuchen war ich wiederholt auf die merkwürdige Erscheinung aufmerksam geworden, dass es oft fast unmöglich war, aus dem Ohr Blut zu entnehmen, und dass auch das Venenblut sehr schnell gerann. Nun ist es seit langer Zeit bekannt, dass sich bei allgemeiner Kurzwellendurchflutung die Blutgerinnungszeit verändert. Hier war aber nur der Kopf isoliert durchflutet oder mit Mikrowellen bestrahlt worden, während die Teile, aus denen das Blut entnommen wurde, außerhalb des Feldes lagen. Im Hinblick auf die obenerwähnten Untersuchungen des Blutzuckers war daher anzunehmen, dass ein Zusammenhang mit der Aktivierung der Hypophyse bestand. Es wurden deshalb Untersuchungen an insgesamt 200 gesunden Personen und Patienten durchgeführt.

Dabei ergab sich, dass bei allen gesunden Personen nach 15 Minuten langer Durchflutung der Schädelbasis sowohl die Blutungszeit als auch die Blutgerinnungszeit erheblich verkürzt werden; 1 bis 2 Stunden später tritt eine Verlängerung auf.
Es wurde ein Gerät Ultratherm der Siemens-Reiniger-Werke benutzt. Die Elektroden wurden an Stirn und Hinterkopf mit 4 cm Luftabstand angelegt, da sich ergeben hat, dass bei diesem Abstand die stärkste Wirkung auf die Hypophyse erzielt wird (Cignolini). Die Blutentnahmen wurden 5 Minuten später gemacht. Blutungs- und Gerinnungszeit wurden in der üblichen einfachen Weise bestimmt; bei den meisten Versuchspersonen wurde außerdem die Prothrombinzeit nach Quick bestimmt.

Bei 20 Gesunden weiblichen Geschlechts und verschiedener Lebensalter errechneten wir folgenden Durchschnitt:

Blutungszeit vor der Durchflutung:	1 Min. 40 Sek.
nach Durchflutung:	1 Min. 15 Sek.

Die Gerinnungszeit wurde in noch wesentlich stärkerem Maße verkürzt, sie betrug:

vor Durchflutung:	3 Min. 37 Sek.
nach Durchflutung:	2 Min. 5 Sek.

Bei einer anderen Versuchsreihe von ebenfalls 20 Personen fanden wir die Blutungszeit:

vor Durchflutung:	3 Min. 7 Sek.
nach Durchflutung:	2 Min. 27 Sek.
Gerinnungszeit vor Durchflutung:	3 Min. 26 Sek.
nach Durchflutung:	1 Min. 53 Sek.

Die Prothrombinzeit war bei den gleichen Personen:

vor Durchflutung: 17,2 Sek.
nach Durchflutung: 16,6 Sek.

Hierbei fällt zunächst auf, wie stark die absoluten Werte für die Blutgerinnungszeit differieren. Vielleicht hängt es damit zusammen, dass die eine Versuchsreihe im Sommer, die andere im Winter durchgeführt wurde. Die Gerinnungszeiten dagegen liegen in den beiden Versuchsreihen nahe beieinander. Weiterhin fällt auf, dass die Gerinnungszeit des Blutes um etwa 1/3 verkürzt wird, die Prothrombinzeit dagegen nur um einen geringen Wert. Bei dieser Beeinflussung der Blutgerinnung müssen daher andere Faktoren mitspielen als das Prothrombin. (...) Die Verkürzung der Blutungszeit beträgt durchschnittlich 25%. Außer den Gesunden wurden auch Patienten der verschiedensten Art untersucht. Hierbei zeigten sich gewisse Abweichungen. Bei 5 Kranken mit Karzinom ging die Gerinnungszeit von 2 Min. 55 Sek. auf 2 Min. 10 Sek. zurück, der Unterschied war also im Durchschnitt geringer als bei den Gesunden. Die Prothrombinzeit wurde bei 3 von diesen Kranken deutlich verlängert, bei einem verkürzt, bei einem blieb sie gleich. Bei 13 Kranken mit Arteriosklerose und Hochdruck ergab sich kein wesentlich anderes Verhalten als bei Gesunden. Die Blutungszeit wurde durchschnittlich von 2 Min. 56 Sek. auf 1 min. 48 Sek. verkürzt, die Prothrombinzeit von 16,2 auf 15,9 Sek.

Dagegen ergaben sich starke Abweichungen bei 6 Kranken mit frischen Herzinfarkten und Apoplexien. Hier wurde die Blutungszeit nach Durchflutung der Hypophysengegend in 5 Fällen verlängert, einmal blieb sie gleich. Die Durchschnittswerte sind:

Blutungszeit vorher	1 min. 32 Sek.,	nachher	2 Min. 5 Sek.
Gerinnungszeit vorher	5 Min. 15 Sek.,	nachher	2 Min. 28 Sek.
Prothrombin vorher	15,3 Sek.,	nachher	14,9 Sek.

Die Verkürzung der Gerinnungszeit erfolgt somit ähnlich wie bei Gesunden, während die Blutungszeit sich im Gegensatz zu den Gesunden verlängert. Das gleiche Verhalten finden wir bei einer Kranken mit Thrombophlebitis, bei der sich die Blutungszeit von 1 Min. 24 Sek. auf 2 Min. 20 Sek. verlängert. Bei 4 Kranken mit Hepatitis verkürzte sich die Blutgerinnungszeit auf fast die Hälfte, die Prothrombinzeit wurde in 3 Fällen verlängert, einmal verkürzt.
Bei Vorliegen akut entzündlicher Prozesse war in 4 Fällen die Blutungszeit nur wenig beeinflusst. Bei 11 Kranken mit inkretorischen Störungen verschiedener Art ergaben sich Abweichungen vom Normalen Verhalten nach verschiedenen Seiten.

Bei 7 Rheumatikern fanden wir einen Rückgang der Prothrombinzeit stärker als bei Gesunden (17,1:15,7). Die Blutungszeit wurde dagegen fast nicht gekürzt (vorher 2 Min. 36 Sek., nachher 2 Min. 30 Sek.). Bei 6 Patienten mit Magengeschwüren wurde die Blutungszeit nach Hypophysendurchflutung 4mal verlängert, 2mal blieb sie gleich (Durchschnitt 2 Min. 13 Sek. zu 2 Min. 52 Sek.), die Prothrombinzeit änderte sich kaum, von 15,9 auf 15,4.; sie zeigte sich bei 2 Fällen verlängert, bei 4 verkürzt.

Eigenartig ist das Verhalten bei 20 Patienten mit vegetativer Dystonie. Bei ihnen trat die Verkürzung der Blutungszeit nicht ein, in 13 Fällen ergab sich sogar eine Verlängerung. Die Prothrombinzeiten waren kaum verändert, die Gerinnungszeit reagierte in verschiedener Weise, meist mit Verkürzung, in einigen wenigen Fällen mit Verlängerung. Es sei betont, dass es sich hier um vorläufige Untersuchungen handelt, die noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen können. Was aber aus ihnen einwandfrei hervorgeht, ist die Tatsache, dass Kurzwellen-Durchflutungen der Hypophysengegend einen Einfluß auf die Blutungszeit und auf die Blutgerinnung haben und dass die dabei entstehenden Veränderungen bei gewissen Krankheitszuständen anders ablaufen können als bei Gesunden. (...)

Meine Ergebnisse weisen auf die Zusammenhänge zwischen der Hypophysentätigkeit und den für Blutung und Blutgerinnung maßgebenden Faktoren hin. Untersuchungen von Mogenson und Jacques

haben ergeben, dass auch psychische Beeinflussungen, wie starker Lärm, Elektroschock, Fahren in der Eisenbahn, bei Tieren Veränderungen der Blutgerinnungszeit hervorrufen können. Andererseits ist es bekannt, dass Zusammenhänge zwischen den Gerinnungsfaktoren des Blutes und dem Zustand der peripheren Arterien und Arteriolen bestehen. Wir wissen auch durch Versuche von Schunk und Cornelius, dass Lärm und psychische Reize auf die Dauer organische Veränderungen an der Hypophyse hervorrufen können. Es liegt nahe, diese Tatsache miteinander in Verbindung zu bringen. Von der Hirnrinde ausgehende Erregungen können die Hypophyse aktivieren. Aus meinen Untersuchungen lässt sich ersehen, dass von der Hypophyse aus gewisse für Blutungs- und Blutgerinnung maßgebende Faktoren beeinflusst werden. Vielleicht ergibt sich hier bei weiteren Untersuchungen eine Klärung für die Zusammenhänge zwischen Psyche und Erkrankungen der Herzkranzgefäße, zumal wenn wir sehen, dass beim Vorliegen von Infarkten die Reaktion anders ausfällt als bei Gesunden.

Ein Beitrag zum Verhalten der Netzhautgefäße bei Ultrakurzwellen-Durchflutung des Kopfes

Hans Alm
In: Strahlentherapie 87: 1, 140-147, 1952

(...) Wenn durch UKW-Durchflutung des Kopfes eine Hyperämie des Augenhintergrundes zustande kommt, muß sich diese Reaktion auch auf die Verschmelzungsfrequenz des Auges auswirken. Die Verschmelzungsfrequenz wurde von Talbot und Helmholtz wie folgt formuliert:
"Wenn eine Stelle der Netzhaut des menschlichen Auges von periodisch veränderlichen oder regelmäßig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein kontinuierlicher Eindruck, der dem gleich ist, welcher entstehen würde, wenn das während einer jeden Periode eintreffende Licht gleichmäßig über die Dauer der Periode verteilt würde."
Die Verschmelzungsfrequenz liegt dabei je nach Lichtstärke und Ort der Reizung auf der Netzhaut zwischen 10 und 70 Lichtreizen pro Sekunde

Physiologisch gesehen erleidet nach Rein das an die Stäbchenelemente der Netzhaut gebundene Rhodopsin bei Lichteinfall ins Auge eine kontinuierliche Veränderung. Die durch Lichteinfall ausgelöste chemische Reaktion regt nun ihrerseits die Nervenendigungen an. Durch die Trägheit der Reaktion überdauert der Lichteindruck den Reiz (positives Nachbild) für kurze Zeit, und es wird verständlich, daß mehrere kurz aufeinanderfolgende Lichtreize verschmelzen und als Gleich-Dauerlicht erscheinen. Daß nun die Verschmelzungsfrequenz eng mit der Durchblutung des Augenhintergrundes zusammenhängt, konnte von uns sehr gut durch folgende Untersuchung gezeigt werden (...) Bei diesen Versuchen benutzten wir ein von der Firma C. Lorenz A.G. Berlin-Tempelhof entwickeltes Flimmer-Test-Gerät. Ein Gerät, mit dessen Hilfe die Verschmelzungsfrequenz einwandfrei festgestellt werden kann. (...)

4. Versuchsreihe
Querdurchflutung des Kopfes mit UKW
In dieser Versuchsreihe werden die Elektroden bei der Querdurchflutung des Kopfes so angeordnet, daß das zu untersuchende Auge im Hochfrequenzfeld liegt (...), wobei möglichst vermieden wurde, daß das Auge direkt vom UKW-Feld getroffen wird. Die Feldlinien müssen dabei, um auf die Gefäße des Augenhintergrundes wirken zu können, Cutis und Schädelknochen passieren. (...)
Gerät: Celotherm-Junior (Wellenlänge 7,36 m), Abstand zwischen Elektroden und Kopf 20 mm, Elektrodengröße b = 95 mm Durchmesser, c = 140 mm Durchmesser, gemessene Senderleistung während der Durchflutung 130-140 W. Zeitraum der Messreihe 12 Minuten, wobei alle 2 Minuten die Verschmelzungsfrequenz bestimmt wurde. Während des Messvorganges wurde darauf geachtet, daß sich das UKW-Feld nicht verändert.

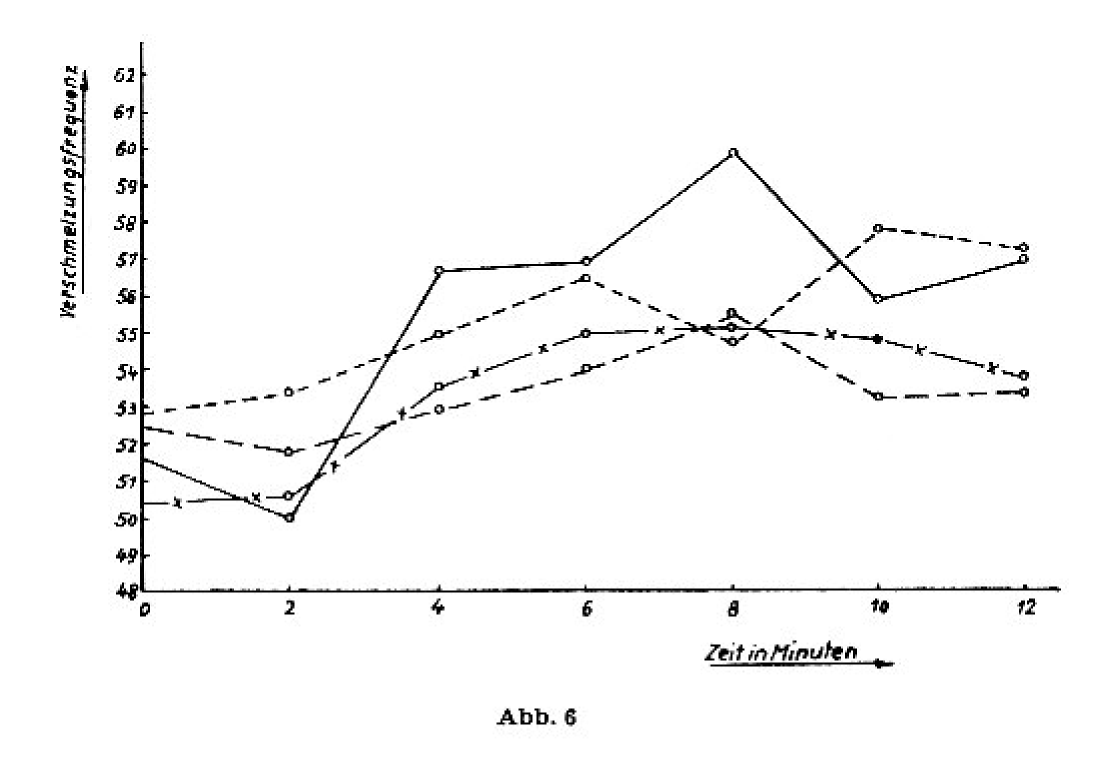


Abb. 6

Es kommt, siehe Kurvenbild 6, nach ca. 2 Minuten der UKW-Durchflutung zu einer Steigerung der Verschmelzungsfrequenz (delta f = im Mittel 5 Hz), die nach ca. 8 Minuten nicht mehr wesentlich zunimmt. (...) Bei längeren Durchflutungen kommt es, wie wir immer wieder feststellen konnten, zu einem Absinken der Verschmelzungsfrequenz. Dies bedeutet, daß Überdosierung (Verlängerung der UKW-Durchflutung über die Zeit von 10 Minuten) Vasokonstriktionen der Gefäße des Augenhintergrundes hervorrufen. (...) Andererseits konnten wir qualitativ das Anhalten der ausgelösten Hyperämie nach Abschalten der UKW mit dem Flimmer-Test-Gerät gut verfolgen.

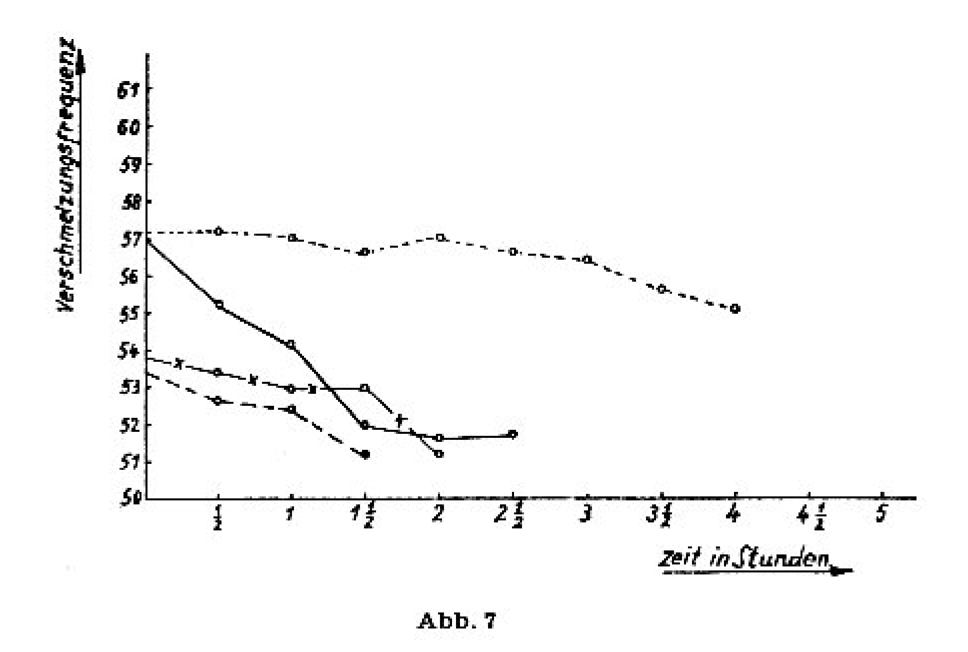


Abb. 7

Noch Stunden nach der UKW-Durchflutung stellten wir bei verschiedenen Versuchspersonen eine erhöhte Verschmelzungsfrequenz und damit eine Hyperämie des Augenhintergrundes fest (Kurvenbild 7).
Dieses lange Anhalten der Hyperämie der Gefäße des Augenhintergrundes spricht für den direkten physiko-chemischen Effekt der UKW auf den Gefäßtonus, da es bei Einhalten obiger Versuchsanordnung (Versuchsreihe IV) zu einer wesentlichen Erwärmung der im Feld liegenden Hauptpartien nicht kommt (Tiefenwirkung). (...)

Zusammenfassung
Es wurde durch Bestimmung der Flimmer-Grenzfrequenz mit Hilfe eines Flimmertestgerätes gezeigt, daß eine Hyperämie des Augenhintergrundes durch Ultrakurzwelle nur dann eintritt, wenn die Augenbulbi direkt durchflutet werden. Es wurde weiterhin berichtet, daß bei einer Durchflutungsdauer der Augenbulbi von ca. 10 min. ein Maximum der Gefäßerweiterung erreicht wird und die Hyperämie noch Stunden nach Abschalten der Ultrakurzwelle anhält.

Der Einfluß von Ultrakurzwellendurchflutungen auf den Druck des Liquor cerebrospinalis und auf die Netzhautgefäße

H. C. Gloz
In: Strahlentherapie 80: 4 (1949) (S.535-558)

I. Liquordruck
(...) Als Ursprungsstätte des Liquors werden von der Mehrheit der Autoren die besonders gefäßreichen Plexus choriodei angenommen. (...) Von diesem Organ soll (...) entweder der gesamte oder jedenfalls ein großer Teil des Liquor cerebrospinalis (Anmerkung: Der Flüssigkeit des Gehirns und des Rückenmarks, M.B.) stammen.
Dieser Plexustheorie steht die Capillartheorie gegenüber, nach der auch noch andere Abschnitte des Zentralnervensystems, wie Lymphgefäße, Meningen, Ependym an der Liquorproduktion beteiligt sind. (...)
(S.537ff) Die Versuche wurden mit Röhrensendern (Ultratherm und Isotherm) der Fa. Siemens angestellt. Die Elektroden (nach Schliephake) wurden so angebracht, daß das Großhirn mit seinen Kammern sicher im Kondensatorfeld liegen musste. Mit den alle 5 Minuten vorgenommenen Messungen und der Stromeinschaltung wurde erst begonnen, wenn die anfänglichen psychisch bedingten Schwankungen des Liquorspiegels sich beruhigt hatten. (...)

Tabelle 1

LIQUORDRUCK								
Name	Alter	Diagnose	App.	El. Abst. mm	Ausg.-wert mm	bei 12-17V mm	Endwert mm	Differenz mm
B. Kl.	23	Psychose	Ultrath.	25	35	45	75	+40
Sch. Do.	45	Desc. ut.	Ultrath.	25	100	124	152	+ 5
J. Wi.	43	Neur. isch.	Ultrath.	10	105	110	114	+ 9
O.Gg.	61	Tab. dors.	Ultrath.	30	190	208	230	+40
B. Ag.	57	Cerebr. skler.	Ultrath.	30	170	195	220	+50
P. Fr.	59	Cerebr. skler.	Ultrath.	30	150	150	168	+18
E. Ka.	67	Neurit. isch.	Ultrath.	30	109	124	147	+38
M. Li.	29	Nephrolith.	Isoth.	25	175	186	170	(+11) -5
St. Th.	48	funic. Myel.	Ultrath.	25	155	190	200	+45
W. Is.	39	Neurop.	Isoth.	20	140	145	148	+ 8
F. Hi.	19	Caudaprocess	Isoth.	10	165	172	170	+ 5
G. Ri.	38	Syringomyelie	Isoth.	25	140	142	156	+16
W. El.	22	Neur. isch.	Ultrath.	30	310	315	325	+15
St. E.	53	Neur. isch.	Ultrath.	30	180	190	200	+20
B. Sus.	26	Neur. isch.	Ultrath.	25	140	165	189	+49

Tabelle1: Fortsetzung

BLUTDRUCK								
	systolisch			diastolisch				
Name	Anf.-Wert mm	End-Wert mm	Differenz mm	Anf.-Wert mm	End-Wert mm	Differenz mm	Vers. Nr.	Bemerkung
B. Kl.	100	90	-10	60	50	-10	1	
Sch. Do.	130	120	-10	65	60	- 5	2	
J. Wi.	125	120	- 5	80	80	0	3	
O.Gg.	120	108	-12	70	65	- 5	4	
B. Ag.	240	220	-20	140	120	-20	5	
P. Fr.	145	140	- 5	90	90	0	6	
E. Ka.	130	120	-10	80	80	0	7	
M. Li.	145	140	- 5	80	80	0	8	Liquorverlust durch Hustenanfall nach 10´
St. Th.	130	129	- 1	80	75	- 5	9	
W. Is.	150	155	+ 5	85	100	+15	10	
F. Hi.	130	126	- 4	80	80	0	11	
G. Ri.	130	125	- 5	70	70	0	12	
W. El.	130	130	0	100	105	+ 5	13	
St. E.	130	122	- 8	85	82	- 3	14	
B. Sus.	135	142	+ 7	100	104	+ 4	15	

In Tabelle 1 sind sämtliche Versuche chronologisch aufgeführt. Die Liquordruckwerte beziehen sich auf den Anfangswert, den erreichten Druckwert unmittelbar vor Einschalten der stärkeren Heizung und den Endwert. Außerdem wurde noch die Differenz zwischen Anfangswert und Endwert in eine weitere Spalte eingetragen. Bei Aufführung der Blutdruckwerte wurden Anfangs- und Endruck sowohl des systolischen, wie des diastolischen Druckes eingetragen und dahinter die Differenzwerte.

Zunächst ist ersichtlich, daß in 10 Fällen bereits nach Einschaltung der geringeren Röhrenheizung von 17-20 V Druckanstieg von mindestens 10 mm erfolgt. In den übrigen 5 Fällen ist bis auf einen ebenfalls ein geringer Druckanstieg zu verzeichnen, dieser ist aber so mäßig, daß er noch im Bereiche der Fehlergrenzen liegt. Bei der letzten Messung, die 5 Minuten nach Ausschalten der stärkeren Röhrenheizung von 21-24 V erfolgte, ist in 11 Fällen ein eindeutiger, teilweise sogar erheblicher Anstieg erfolgt, der auf die Wirkung der stärkeren Heizung zurückgeführt wird. In 3 weiteren Fällen war der Druckanstieg auch dann noch so gering, daß er noch immer im Bereiche der Fehlergrenzen lag. Das Abfallen des Liquordruckes in Versuch Nr. 8 um 5 mm ist auf einen starken Hustenanfall des Patienten zurückzuführen, wobei Liquorverlust eintrat und die Liquorsäule absank Bis zu dem Augenblick war sogar ein Ansteigen um 11 mm beobachtet worden.

Bei etwa 2/3 der Fälle sieht man ein geringeres Absinken des systolischen Blutdruckes, jedoch nur in einem Falle bis -20 mm. Der diastolische Blutdruck bleibt bis auf einen Fall mit Anstieg um +15 mm und einen weiteren mit Absinken um -20 mm im wesentlichen konstant.

Aus Tabelle II ist ersichtlich, daß 3 der Fälle ohne eindeutig verwertbaren Liquordruckanstieg mit dem schwächeren Isothermapparat behandelt wurden. Der 4. Fall ohne nennenswerten Druckanstieg wurde zwar mit dem stärkeren Ultratherm durchflutet, aber ein Elektrodenabstand von nur 10 mm angewandt. Die erreichten Druckschwankungen bewegen sich zwischen -5 (+11) und +52 mm. Dabei hat man den Eindruck, als ob der optimale Elektrodenabstand bei 25 mm liegt. (Tabelle 2)

Tabelle 2

Versuch Nr.	Liquordruckanstieg um mm	Apparat	Elektr. Abst. mm
8	- 5 (+11)	Isotherm	25
11	+ 5	Isotherm	10
10	+ 8	Isotherm	20
3	+ 9	Ultratherm	10
13	+15	Ultratherm	30
12	+16	Isotherm	25
6	+18	Ultratherm	30
14	+20	Ultratherm	30
7	+38	Ultratherm	30
4	+40	Ultratherm	30
1	+40	Ultratherm	25
9	+45	Ultratherm	25
15	+49	Ultratherm	25
5	+50	Ultratherm	25
2	+52	Ultratherm	25

(...) (S.542ff) In Abb. 6 sind die Liquordruckkurven sämtlicher Versuche einschließlich des Kontrollversuches zusammengestellt Man sieht darauf je nach der angewandten Durchflutungstechnik und der individuellen Reaktionsbereitschaft der jeweiligen Versuchsperson die mehr oder weniger stark ausgeprägte, aber in allen Fällen vorhandene Tendenz zum Ansteigen des Liquordruckes. Nur im Versuch mit dem Kopflichtkasten (Anmerkung: Vorrichtung um den Kopf mit Licht anstatt mit Ultrakurzwellen zu erwärmen, M.B.) ist ein Abfall der Kurve zu erkennen (s. Abb. 5).

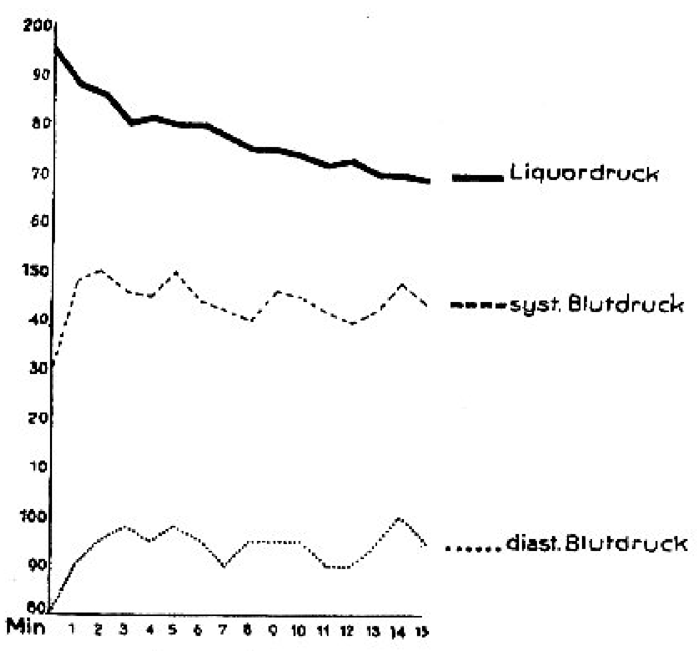


Abb. 5. Kontrollversuch mit Kopflichtkasten. Wärme: 65° C.
Name: Br. W. Dat.: 30. 11. 44, Diagn.: Ulcus ventriculi.

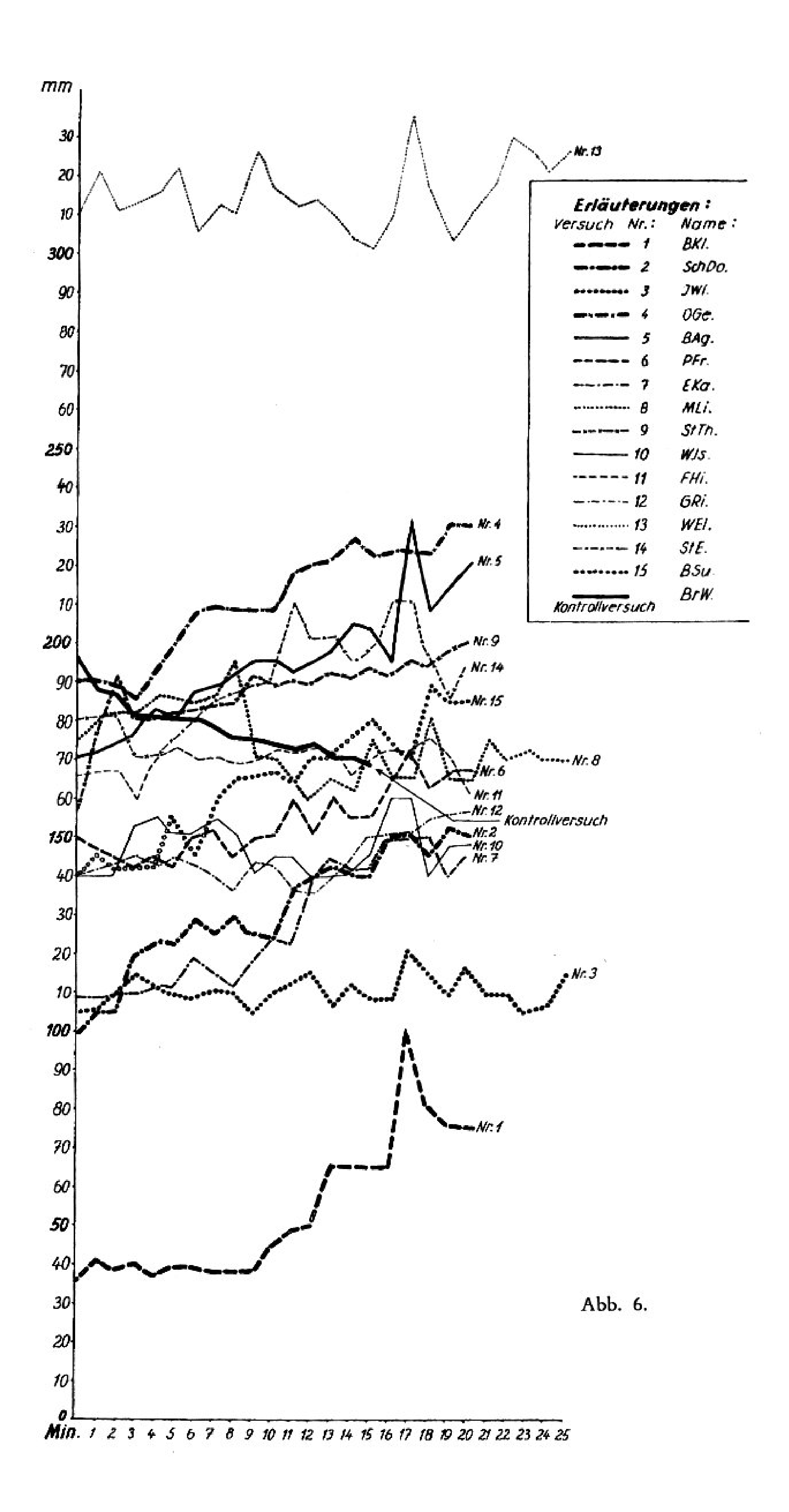

mm
Erläuterungen:
Versuch Nr.: Name:
1 BKl.
2 SchDo.
3 JWl.
4 OGe.
5 BAg.
6 PFr.
7 EKa.
8 MLi.
9 StTh.
10 WJs.
11 FHi.
12 GRi.
13 WEl.
14 StE.
15 BSu.
Kontrollversuch BrW.
Nr. 13
Nr. 4
Nr. 5
Nr. 9
Nr. 14
Nr. 15
Nr. 8
Nr. 6
Nr. 11
Nr. 12
Kontrollversuch
Nr. 2
Nr. 10
Nr. 7
Nr. 3
Nr. 1
Min.

Abb. 6.

Wir haben gesehen, daß unter bestimmten Voraussetzungen bei UKWD (Anmerkung: Ultra Kurzwellen Durchflutung, M.B.) des Gehirns ein deutlicher Anstieg des Liquordruckes erfolgt. (...)

Die Reaktionszeit des Liquordruckes auf UKWD des Gehirns ist offensichtlich eine individuelle. So zeigte sich bei einem Teil der Fälle schon ein Anstieg nach 2-3 Minuten Durchflutungszeit, während in einem anderen Teil eine Wirkung erst nach Verstärkung der Heizspannung zu bemerken war oder sogar erst verspätet nach Beendigung der Durchflutung eintrat. Niemals wurde jedoch eine Dosierung gewählt, die bei der Versuchsperson unangenehme subjektive Empfindungen ausgelöst hätte. (...)

Bei unserem Kontrollversuch (Abb. 5) mit 15 Minuten langer Bestrahlung mittels eines Kopflichtkastens bei einer Wärmeentwicklung von 65 Grad Celsius im Inneren des Kastens konnten wir ein Absinken des Liquordruckes um 25 mm feststellen. Die Kopfhaut des Patienten war dabei stark gerötet und sonderte vermehrt Schweiß ab. Es handelte sich hierbei um einen Wärmeeffekt mit typischer Oberflächenwirkung, die das bekannte Absinken des Liquordruckes durch Erweiterung der peripheren Gefäße zur Folge hat. Der Liquordruckanstieg nach UKWD kann demnach nicht mit einer Oberflächenerwärmung erklärt werden, sondern alles spricht dafür, daß eine auf andere Weise nicht erzeugbare Tiefenerwärmung vorliegt.

Es bleibt zu klären, welcher Art der Wirkungsmechanismus ist, der diesen Anstieg des Liquordruckes bewirkt. (...) Die Messungen (ergaben) ein gewisses Absinken wenigstens des systolischen Blutdruckes nach UKWD (...), wie das auch von anderen Autoren früher festgestellt wurde. (...)

Das Blutgefäßsystem reagiert bekanntlich sehr stark auf den Reiz von Kurzwellen. Nach Pflomm handelt es sich dabei aber anscheinend nicht um einen Wärmereiz im gewöhnlichen Sinne, weil schon bei Einschaltung des Stromes eine fast augenblickliche Erweiterung der Kapillaren erfolgt. In so kurzer Zeit kann eine allgemeine Durchwärmung des Gewebes nicht stattgefunden haben. Hierbei bewies Stoppani, daß sich im UKWD-Feld neben den Kapillaren hauptsächlich die afferenten Gefäße, die Arteriolen erweitern. Somit entsteht eine vorwiegend aktive Hyperämie. Durch die Erweiterung der Arteriolen kommt es zur Herabsetzung des Strömungswiederstandes und damit zur Blutdrucksenkung. (...)

(S.546ff)
II. Netzhautgefäße
1. Gleichsinnigkeit der Reaktion von Netzhaut- und Gehirngefäßen
Diese Arbeitshypothese bedarf jedoch noch des Beweises.
Durch Beobachtung der Gefäße der Retina können wir entsprechende Rückschlüsse auf die Hirngefäße ziehen. (...)
Über die Gleichsinnigkeit der Durchblutungsverhältnisse in Netzhaut und Gehirngefäßen liegen eine Reihe von Beobachtungen vor.(...)
Auf Grund dieser heute als gesichert geltenden Zusammenhänge konnten wir es unternehmen, den Einfluß von UKWD des Kopfes auf die Netzhautgefäße an einer Reihe von Versuchen zu beobachten und damit wertvolle Rückschlüsse über die interkraniellen Blutzirkulationsverhältnisse gewinnen.

2. Versuchsanordnung zur Beobachtung der Netzhautgefäße
Die Beobachtung des Augenhintergrundes und die fotografischen Aufnahmen erfolgten mit der Nordensonschen reflexfreien Netzhautkammer und der Contraxkleinbildkamera der Firma Zeiss, Jena. Zwischen Aufnahmegerät und Röhrensender saß die Versuchsperson (Abb. 7)

Abb. 7.
a) Auge des Beobachters, b) Okular der reflexfreien Netzhautkammer, c) Fotokamera, d) Nordensonkamera, e) Augen der Versuchsperson, f) Schädel der Versuchsperson, g) Elektroden, h) Ultrakurzwellensender.

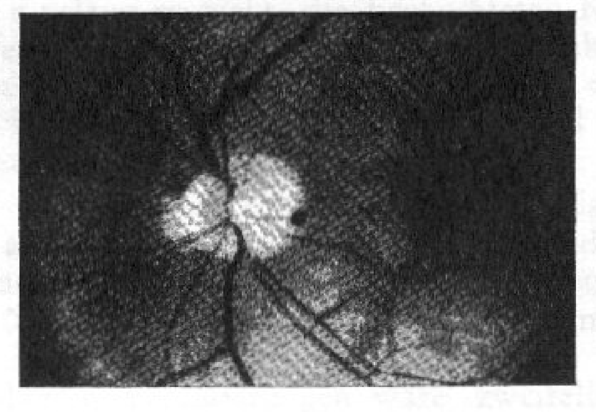
Durch diese Anordnung war es möglich, jede Phase des Versuchs vor, während und nach der UKWD genau zu beobachten und gegebenenfalls fotografisch festzuhalten. Die Augenbulbi lagen nicht im Durchflutungsfeld. Die Beobachtungen stammen von 31 Versuchen an Gesunden.

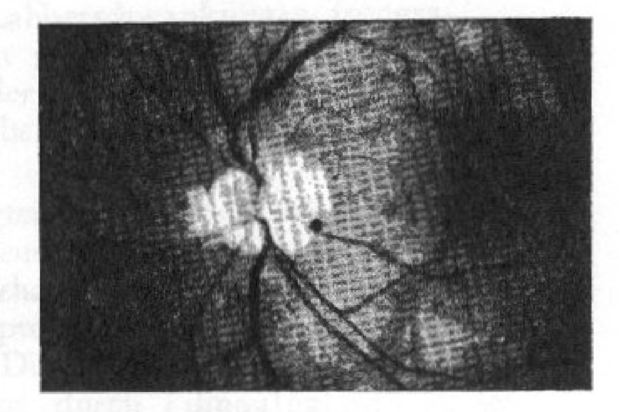
3. Verhalten der Netzhautgefäße bei Ultrakurzwellendurchflutung des Kopfes
Zunächst wurden die Netzhautgefäßverhältnisse vor UKWD eingehend beobachtet und das jeweilige Bild genau eingeprägt.
Nach Einschalten des Stromes bietet sich bereits nach 15-30 Sekunden ein interessantes Bild: In das Gefäßsystem, vor allem das venöse, kommt eine gewisse Bewegung. Die Venen schlängeln sich stärker und werden kräftiger gefüllt. Es ist, als ob durch das Öffnen unsichtbarere Schleusen plötzlich eine größere Blutmenge in die Gefäße strömt. Vorher nicht vorhandener Venenpuls tritt jetzt deutlich in Erscheinung oder bereits beobachteter wird kräftiger. Nach 1-2 Minuten ist diese Phase der vermehrten Venenfüllung auf ihrem Höhepunkt angelangt. Dann beginnt auch das arterielle System sich stärker zu füllen, die Arterien dilatieren, ihre Konturen werden deutlicher, der gesamte Hintergrund macht einen hyperämischen Eindruck. Schließlich wird auch in einigen Fällen die Papille etwas rötlicher. Auf der Papille selbst sprießen kleinste Gefäßverästelungen auf, die zuvor vom beobachtenden Auge nicht oder nur sehr schwach wahrgenommen wurden.

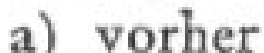
5-6 Minuten nach Einschalten des Stromes ist keine weitere Änderung der Netzhautgefäßverhältnisse mehr festzustellen und der erreichte Zustand der Hyperämie bleibt konstant. Nach 1-2 Stunden konnte in den meisten Fällen noch deutlich eine Hyperämie festgestellt werden. In einigen Fällen schien sogar nach 24 Stunden noch eine gewisse Erweiterung der Netzhautgefäße gegenüber dem Ausgangsbefund vorzuliegen.

Diese Reaktion der Netzhautgefäße auf UKWD des Kopfes ist so deutlich und mit Zuverlässigkeit darzustellen, daß alle zu den Versuchen geladenen Beobachter davon stark beeindruckt waren. Gewisse Schwankungen der Reaktionsbreite unter den einzelnen Versuchspersonen lagen je nach ihrer vegetativen Konstitutionslage vor, aber bei keinem Versuch blieben die oben geschilderten Veränderungen ganz aus. Nach UKWD des Kopfes entsteht demnach eine Hyperämie im arteriellen und venösen System der Netzhaut. Ähnliche Beobachtungen wurden von Benstein nach Anwendung von Diathermie auf das Auge angegeben. Im arteriellen System sind vor allem die Arteriolen an der Erweiterung beteiligt. Die beobachtete rötliche Verfärbung der Papille in einigen Fällen lässt jedoch die Annahme zu, daß auch die Kapillaren stärker mit Blut gefüllt werden.

Leider ist es sehr schwer, die oben geschilderten Veränderungen im fotografischen Bilde festzuhalten, weil es sich vorwiegend um Bewegungsvorgänge handelt. Da die fotografische Aufnahme nur eine Phase eines beweglichen Vorganges im Bilde zu fixieren in der Lage ist, müssen alle Versuche der Wiedergabe der beobachteten Vorgänge unbefriedigend verlaufen. (...)
Aus einer großen Anzahl von angefertigten Aufnahmen sollen doch einige abgebildet werden, die wenigstens andeutungsweise erkennen lassen, daß nach UKWD eine Hyperämie der Netzhautgefäße entsteht (Abb. 8, 9 und 10). Gerade das eindrucksvollste Symptom des verstärkten Venenpulses ist fotografisch nicht darzustellen. Die idealste Wiedergabe der beobachteten Veränderungen wäre zweifellos durch Filmaufnahmen zu erreichen.



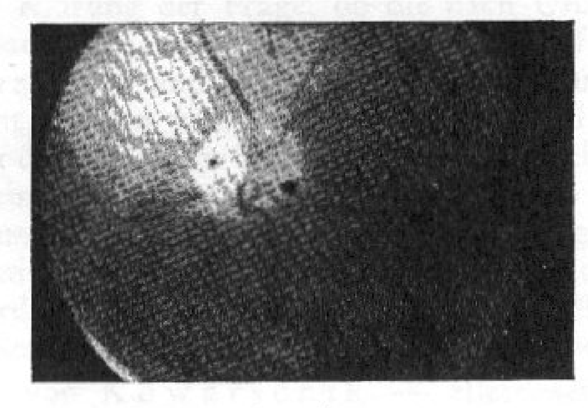


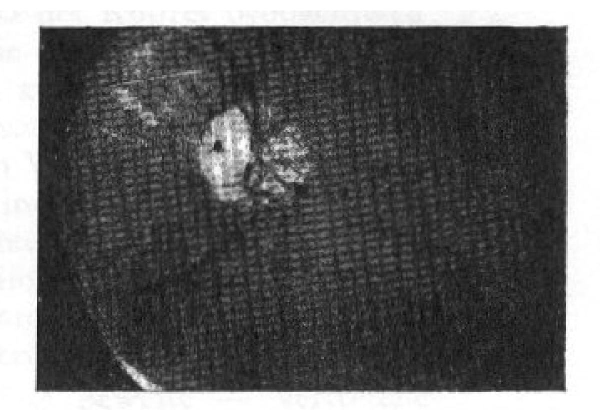


a) vorher

b) nach 10 Min. UKWD

Abb. 8. Fall Ba.
Die Venen bei b) sind stärker gefüllt, man beachte die Lichtreflexe in Abb. 8 b, die feinen Gefäße auf der Papille sind besser erkennbar. Auch die Arterien sind schärfer konturiert.

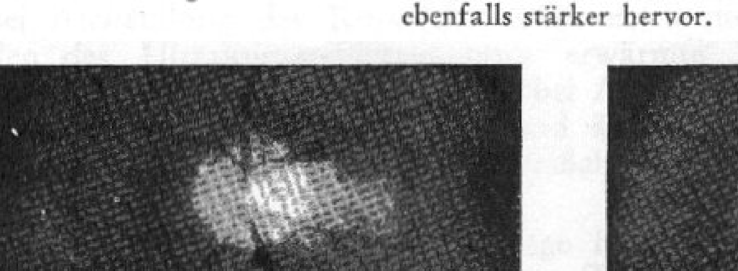




a) vorher b) nach 10 Min. UKWD

Abb. 9. Fall Z.

Das Gefäßsystem tritt in Abb. 9 b insgesamt deutlicher hervor, der Hintergrund macht einen hyperämisierten Eindruck gegenüber Abb. 9 a. Auch die Papille ist grauer infolge stärkerer Rötung. Die auf ihr verlaufenden feinen Gefäße treten gegenüber Abb. 9 a ebenfalls stärker hervor.



a) vorher b) nach 10 Min. UKWD

Abb. 10. Fall B.

Die Venen nach 12 und zwischen 5 und 6 Uhr sind in Abb. 10 b besonders deutlich verbreitert, aber auch an den übrigen Venen und den Arterien ist die Verbreiterung noch erkennbar. Die gesamten Gefäße treten plastischer hervor als in Abb. 10 a.

4. Tiefenwirkung und unmittelbare physiko-chemische Wirkung der Ultrakurzwellen

Zur Klärung der Frage, ob die nach UKWD des Kopfes beobachteten Netzhautgefäßveränderungen lediglich auf die Wärmewirkung zurückzuführen sind und infolgedessen auch durch andere Wärmeanwendung erreicht werden können, wurden Kontrollversuche mit dem Kopflichtkasten durchgeführt. Trotz der damit erreichten Wärme von über 80 Grad und einer Einwirkungsdauer von 10-15 Minuten konnte keine Veränderung im Gefäßsystem der Netzhaut gefunden werden. (...)

Die durch UKWD erzielte Hyperämie ist aber anscheinend nicht nur die Folge einer Tiefenerwärmung. Bei allen Versuchen war zu erkennen, daß die Reaktion bei den Gefäßen schon nach 15-30 Sekunden einsetzte, also zu einem Zeitpunkt, als von einer Erwärmung noch keine Rede sein kann. Es ist jedenfalls durchaus nicht als symbolische Handlung anzusprechen, wenn Durchflutungszeiten von weniger als 5 Minuten Dauer vorgenommen werden. Außer der Tiefenerwärmung scheint aber auch eine direkte physiko-chemische Wirkung mitzusprechen. Zur Erhärtung dieser Vermutung wurden einige Fälle mit so niedriger Röhrenheizung durchflutet, daß subjektiv keinerlei Wärmegefühl eintrat. Auch bei diesen Versuchspersonen konnte alsbald nach Einschalten des Stromes eine Volumenzunahme der Venen wahrgenommen werden. Die Reaktion war zwar nicht so kräftig wie bei stärkerer Röhrenheizung (20-21 V), aber doch nicht zu übersehen. (...) An einer unmittelbaren Wirkung der UKWD auf die Blutgefäße besteht nach den obigen Versuchsergebnissen m.E. kein Zweifel. Es erhebt sich nunmehr die Frage, welche physiologischen Vorgänge sich im durchfluteten Gewebe, also in unserem Falle im Gehirn und im Auge, abspielen.

III. Die physiologischen Vorgänge bei Ultrakurzwellendurchflutung des Kopfes und ihre Reichwirkungen auf das Verhalten des Liquordruckes und des Tonus der Netzhaut- bzw. der Gehirngefäße

(...) (552f) Da nach den Untersuchungen von Hildebrand in den mit Ultrakurzwellen durchfluteten Geweben Histamin frei wird, entsteht eine Gefäßerweiterung mit vermehrter Blutzufuhr zum Zwecke des schnellen Abtransportes des Histamins. (...)
Im Experiment haben Loman und Myerson nach Histamin ebenfalls plötzliche Liquordrucksteigerung und leichten Abfall des arteriellen Druckes bei gleichbleibendem Jugularisdruck nachgewiesen. Sie erzielten also die gleichen Ergebnisse, die unsere Versuche mit UKWD brachten und die wir auf das Freiwerden von Histamin zurückführen. (...)

Die bei der UKWD des Gehirns festgestellte Steigerung des Liquordruckes ist jedenfalls auf die Wirkung der durch sie verursachten Hyperämie der Hirngefäße und der Plexus Chorioidei zurückzuführen. Damit ist aber gleichzeitig anzunehmen, daß die Liquorproduktionsstätte, also wahrscheinlich die Plexus, infolge ihrer vermehrten Blutzufuhr mit einer vermehrten Absonderung von Liquor reagiert. Es ist aber noch an eine andere Möglichkeit zu denken: Nämlich, daß durch eine unmittelbare physiko-chemische Wirkung der Ultrakurzwellen auch die Liquorproduktionsstätte eine vermehrte Liquorerzeugung bewirkte.

Es ist eine Wirkung der UKWD auf den Zellstoffwechsel des Plexus chorioideus nicht von der Hand zu weisen, nachdem eine Reihe von Autoren (Schliephake, Kraft, Grove, Reiter, Kowarschik, Schereschewsky, Straßburger, Ostertag, Jorns, Liebesny, Reiter) nachgewiesen hat, daß die gesamte therapeutische Wirkung der Ultrakurzwellen nicht allein auf die Wärmebildung zurückzuführen ist.

Researching Microwaves Health Hazards, Frank Leary. In: Electronics, Februar 1959, S. 49-53

Erforschung von Gesundheitsgefährdungen durch Mikrowellen

(S.50f) Die Schwere der möglichen Auswirkungen von Radiofrequenzenergie auf lebende Tiere hängt von verschiedenen Faktoren ab. Einer ist die Größe des Tieres: Damit eine deutliche Wirkung eintritt, muß das Tier oder ein Körperteil des Tieres mindestens eine Größe von einem Zehntel der Wellenlänge haben. (...) Bei Frequenzen unterhalb von 1,5 MHz hört der menschliche Körper auf, eine bedeutende Länge im Vergleich zur Wellenlänge zu haben. (...) Unterhalb 1000 MHz wird der größte Teil der auf den menschlichen Körper gestrahlten Energie tief innerhalb des Körpers in Wärme umgewandelt (Bei 300 MHz beispielsweise würde die meiste Wärme drei oder vier Zoll innerhalb des Körpers entstehen). Oberhalb von 3000 MHz wird vor allem die Oberfläche erwärmt. Gefährliche Temperaturanstiege sind deshalb bei niedrigeren Frequenzen als 1000 MHz wahrscheinlicher. (...)

(S.52) Weil der Körper und seine Teile leitend sind kommt es bei kritischen Frequenzen zu Resonanzen so dass sich stehende Wellen bilden. Einige der von Forschern in den Hohlräumen des Körpers und im Knochenmark entdeckten Auswirkungen scheinen durch verstärkte Erwärmung, die durch Resonanz entstehen könnte, hervorgerufen zu werden. In mehr als einem Fall wurden innere Verletzungen durch Mikrowellenstrahlung zweifellos durch Reflektionen an den Fett-Muskel oder Muskel-Knochen Übergängen hervorgerufen, die stehende Wellen in ihrer Nähe verursachten.

Eine Reihe von Versuchen mit kleinen Tieren haben teilweisen oder vollständigen Verlust der Kontrolle der Bewegungssteuerung bei vergleichsweise geringer Bestrahlungsstärke hervorgerufen. Sofort nach dem Ende der Bestrahlung ließ die Wirkung nach. Diese Wirkung könnte eine Folge von Resonanz innerhalb des Schädelhohlraumes oder entlang des Rückenmarkes sein, wodurch dort ein Feld entstehen könnte dass stark genug ist um mit den normalen Signalen der Nerven der Bewegungssteuerung zu konkurrieren und diese auszulöschen. Das Übertragungssystem der Nerven könnte dadurch zeitweilig ausgeschaltet werden.

Certain Experimental Observations on a Pulsed Diathermy Machine
Albertus Wildervanck; Khalil G. Wakim, J. F. Herrick; Frank H. Krusen
In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 40, pp. 45-55, Jan. 1959, Philadelphia

Einige experimentelle Beobachtungen unter Verwendung eines gepulsten Diathermiegerätes

(...) Vor kurzem wurde erneut das Interesse an den möglichen nichtthermischen Wirkungen von hochfrequenten Wechselströmen geweckt. Die Entwicklung des Gerätes mit der Bezeichnung "Diapulse machine" das für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung steht, führte zu diesem Interesse an Wirkungen die nicht auf Erwärmung zurückzuführen sind. Das Diapulse Gerät ist ein gepulster Hochfrequenzgenerator (27,12 Megahertz). Es ist so konstruiert, daß es mit Pulswiderholraten zwischen 80 und 600 Pulsen pro Sekunde betrieben werden kann. (...)
(S.50) In der älteren Literatur fanden wir, daß Liebesny im Jahre 1937 vor dem Internationalen Wiener Kurzwellenkongreß einen Vortrag gehalten hatte, in dem er einen Film vorführte, der die Bildung von Perlenkettenformationen in Emulsionen und in Blut bei ungepulsten Kurzwellenfeldern zeigte.

Um durch Versuche herauszufinden, ob Perlenkettenbildung durch ungepulste Kurzwellendiathermie in gleicher Weise wie durch gepulste (Diapulse) Diathermie hervorgerufen werden kann, verwendeten wir eine Kammer, wie sie von Blüh beschrieben wird, mit einer Tiefe von ungefähr 0,1 mm. Die Kammerelektroden wurden mit einer Kupferdrahtschleife mit einem Durchmesser von ungefähr 16 cm verbunden und diese Schleife wurde so nah wie möglich an die Oberfläche der Trommel (*Anmerkung des Übersetzers: Behandlungskopf*) parallel zu der spiralförmigen Spule (die sich in dem Behandlungskopf des Kurzwellengerätes befindet) gebracht. Bei der Verwendung der Leistungseinstellung 1-1 (die geringste mögliche Ausgangsleistung) und einer 900fachen Verstärkung (*Anmerkung des Übersetzers: des verwendeten Mikroskops*) erhielten wir eine eindeutige Perlenkettenbildung bei 15fach mit Wasser verdünnter Kuhmilch (Bild 5a und 5b).

Im Allgemeinen fanden wir keinen Unterschied in der Perlenkettenbildung zwischen gepulster und ungepulster Kurzwellendiathermie gleicher Frequenz und niedriger Leistung. Weiterhin fanden wir, daß bei ungepulster Kurzwellendiathermie die sofortige Aneinanderreihung der Tropfen (innerhalb einer Sekunde) viel leichter stattfand (Bild 5c). Perlenkettenbildung bei Milch findet viel schneller bei ungepulsten als bei gepulsten Kurzwellenströmen statt, selbst dann wenn der Abstand zwischen Diathermieelektrode und Drahtschleife 2 Meter beträgt. Bei diesem Versuch wurde das Diathermiegerät mit der geringsten möglichen Ausgangsleistung betrieben.

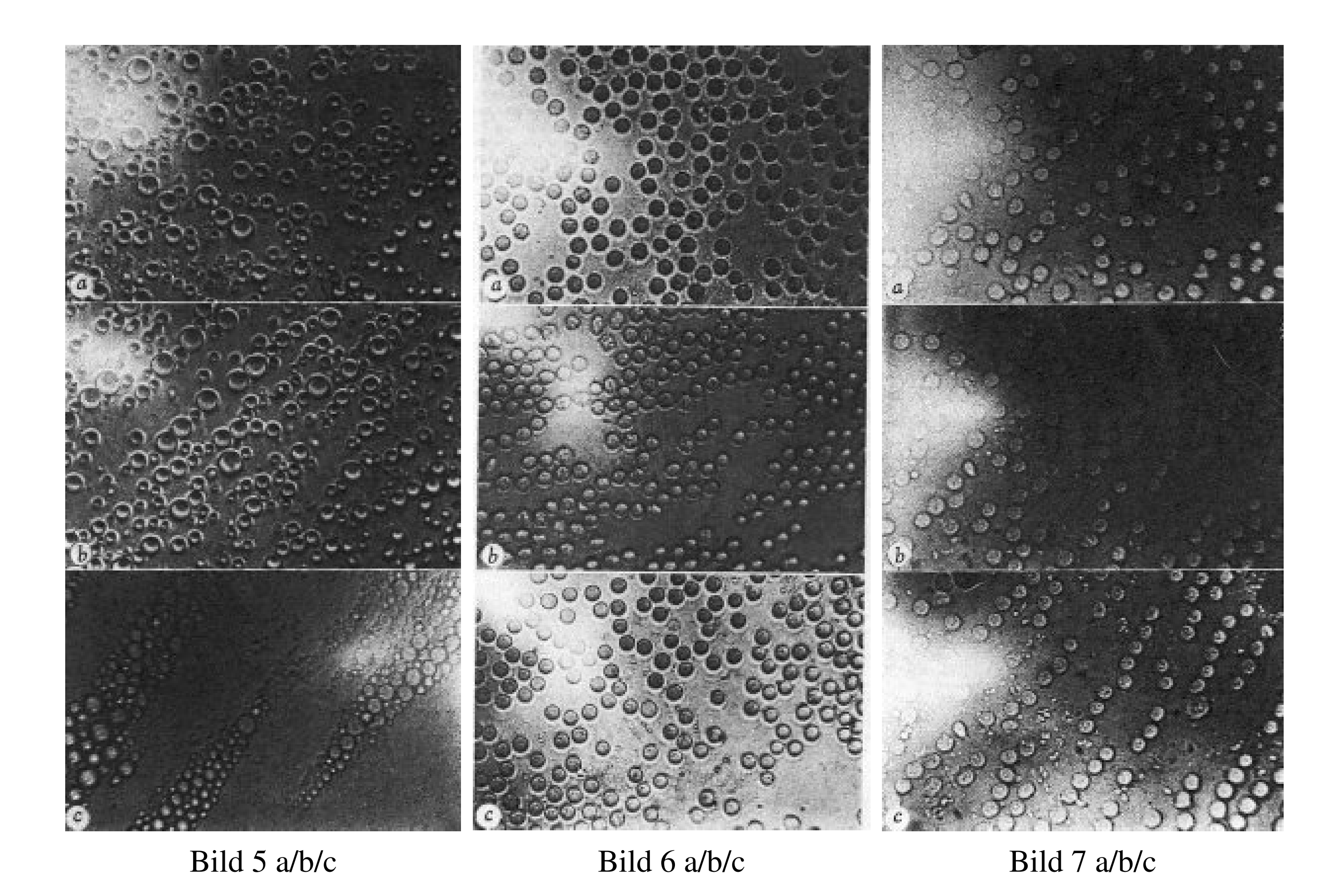


Bild 5 a/b/c Bild 6 a/b/c Bild 7 a/b/c

Ähnliche Untersuchungen wurden mit verdünntem Blut durchgeführt. Bei unverdünntem Blut war es unmöglich, einen Bereich zu finden in dem man die Perlenkettenformation beobachten konnte, da die Anzahl der vorhandenen Partikel zu groß war. Aus diesem Grund entschieden wir uns, heparinisiertes Blut mit 0,9prozentiger Salzlösung mit Hilfe einer Zählpipette für rote Blutkörperchen auf das Hundertfache zu verdünnen. Mit der geringsten möglichen Leistung, 1-1 (wie bei den Versuchen mit der Milch), war die hämolytische Wirkung so stark und so schnell, daß es schwierig war Aufnahmen zu machen, obwohl wir die Neigung zur Kettenbildung sehen konnten. Bei einer Vergrößerung des Abstandes zwischen der Drahtschleife und der Trommel mit der Kurzwellenelektrode konnten wir eindeutige Perlenkettenbildung hervorrufen (Bild 6). Auch hierbei gab es eine Tendenz zur Hämolyse und zur Bildung von Geisterzellen. Da es notwendig war, Milch (und Blut) zu verdünnen, waren wir neugierig, wie sich unverdünnte Körperflüssigkeiten verhalten würden. Wir entschieden uns für Rattenlymphe bei der die Gerinnung durch die Zugabe einer geringen Menge Heparinpulver verhindert wurde. Mit der geringsten möglichen Leistung erhielten wir ohne Probleme eine Perlenkettenbildung der Leukozyten (weiße Blutkörperchen) in unverdünnter Lymphe (Bild 7a, b und c)

(...) In unseren Untersuchungen verwendeten wir sowohl gepulste als auch ungepulste Hochfrequenzschwingungen, und wir fanden, daß beide die Aneinanderreihung von in einem flüssigen Medium wie verdünnter Milch, verdünntem Blut und unverdünnter Lymphe vorhandenen Partikeln hervorriefen. Wir konnten im Großen und Ganzen keine bedeutenden Unterschiede bei der Perlenkettenbildung zwischen gepulsten und ungepulsten Schwingungen entdecken. Aus diesem Grund betrachten wir das Phänomen der Perlenkettenbildung nicht als eine besondere Eigenschaft gepulster Schwingungen.

Electromagnetic Fields and the Life Environment. Marha, Karel; Musil, Jan; Tuhá, Hana, San Francisco 1971 (S.29ff)
(In Klammern angegebene Seitenzahlen beziehen sich auf das Original)

4 Biologische Wirkung von elektromagnetischen Wellen und die zugrundeliegenden Mechanismen

4.1 Wirkung auf den Körper von Menschen und anderen Wirbeltieren

Die wachsende Entwicklung der Anwendung von Radiowellen für die verschiedensten Zwecke lässt die Zahl der beruflich diesem physikalischen Faktor ausgesetzten Personen weiter ansteigen. Chronische Einwirkung der elektromagnetischen Wellen kann zu subjektiven und objektiven Beschwerden bei Personen führen, die mit UHF (21, 81, 101, 117, 119, 126, 184, 224, 225, 274-277, 280) oder Radiofrequenz Generatoren (51, 111, 135, 147, 157, 183, 245, 246) arbeiten. Am stärksten wirken UHF Felder auf die Augen und auf das an der Fortpflanzung beteiligte Gewebe (beim Mann), weil diese Organe nahe an der Körperoberfläche liegen und deshalb von den elektromagnetischen Wellen leicht erreicht werden können. Anfällig sind auch das Nervensystem und das Herz-Kreislauf System, die nicht nur in der Nähe der Körperoberfläche liegen, sondern auch leitende Eigenschaften haben.

Thermische Wirkung.
Die am besten bekannte Wirkung bei der Absorption von Radiofrequenzenergie in biologischem Material ist die Erwärmung (34). Die Wärmewirkung findet vor allem bei relativ starker Intensität des Radiofrequenzfeldes statt. (193). (Fußnote: Hohe Intensität: In der Größenordnung von hunderten Volt pro Meter im Radiofrequenzbereich oder hunderte Mikrowatt im UHF Band. Niedrige Intensität: In der Größenordnung von zig Volt pro Meter im Radiofrequenzbereich und zig Mikrowatt im UHF Band.(Anmerkung des Übersetzers: Nach Marha Radiofrequenzbereich von 30 kHz bis 300 MHz, UHF Bereich von 300 MHz bis 3000 GHz.) Die einfach nachweisbare und vorführbare Wirkung ist die Zunahme der Körpertemperatur (228, 245), die mit zunehmender Länge und Stärke der Bestrahlung zunimmt (90, 279, 282). Viele Autoren haben die Auswirkung von Radiofrequenzstrahlung auf die Temperatur von Haut und tieferliegendem Gewebe (40, 80, 138), die Temperatur von Muskeln (95, 142) und die Temperatur der Augen untersucht. Kurze Bestrahlung führt zur größten Erwärmung der Körperoberfläche (Haut), oft sogar zu örtlichen Verbrennungen der Oberfläche. Die Temperatur nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Längerwellige Strahlung dagegen verursacht die höchste Temperatur in tiefliegenden Muskeln (195). Die Temperatur innerer Organe und deren Durchblutung steigt ebenfalls (282). Bei Bestrahlung mit Feldern hoher Intensität (40 bis 100 mW/Quadratzentimeter) werden Blutgefäße ernsthaft verletzt und es kommt zu Blutungen der inneren Organe (40, 283). Es ist auch möglich dass einzelne Organe ernsthaft verletzt werden ohne dass der gesamte Körper überhitzt wird. (*Seite 30*) Dieses Phänomen entsteht vor allem dann, wenn sich ein Teil des Körpers aufgrund seiner Abmaße im Verhältnis zur Wellenlänge in Resonanz befindet. Wenn die Abmaße eines Teils eines bestrahlten Objektes vergleichbar ist mit der Wellenlänge (zum Beispiel ein ganzzahliges Vielfaches der Hälfte der Wellenlänge) können dort stehenden Wellen auftreten. Implantiertes Metall kann auch zu einer Konzentration von Radiofrequenzenergie führen (165, 195, 209).

Über einen bestimmten Bereich der Bestrahlungsstärke kann die Wärmeregulation des Organismus das Gleichgewicht aufrechterhalten (139, 280). Bei starker Bestrahlung kann diese Regelung die Temperatur des Organismus nicht mehr ausgleichen, so dass es zu Überhitzung und Tod kommt (169, 283). Die Überlebenszeit kann bedeutend von der Anfangstemperatur des Organismus und seiner Kühlung während der Bestrahlung abhängen (7, 41). Es sollte beachtet werden, dass Ergebnisse, die alleine auf Tierversuchen beruhen, nicht so einfach auf die Wirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen übertragen werden können. Das etwas unterschiedliche Wärmeregulationssystem und verschiedene andere Einflüsse (auf dem Gebiet des Wärmehaushaltes und der Radiofrequenzabsorption) in verschiedenen Organismen müssen berücksichtigt werden (137).

Subjektive Beschwerden von Personen die in Radiofrequenzfeldern arbeiten.
Arbeiter klagen über Kopfschmerzen, Anspannung der Augen mit Tränenfluß, Ermüdung als Folge allgemeiner Schwäche und Schwindel nach längerer Zeit des Stehens. In der Nacht ist ihr Schlaf gestört und oberflächlich und am Tag sind sie müde. Solche Personen sind launisch, oft gereizt und sogar ungesellig. Sie zeigen hypochondrische Reaktionen und sind ängstlich. Manchmal empfinden sie nervliche Anspannung oder im Gegensatz dazu Verringerung der geistigen Leistungsfähigkeit in Verbindung mit Verschlechterung intellektueller Funktionen (vor allem Beeinträchtigung des Gedächtnisses). Nach einer längeren Zeit der Bestrahlung kommt es zu einer deutlichen Trägheit und der Unfähigkeit Entscheidungen zu treffen. Die Betroffenen klagen über ein ziehendes Gefühl in Kopfhaut und Stirn, Haarausfall, Schmerzen der Muskeln und in der Herzgegend (in Verbindung mit Herzklopfen) sowie Atemprobleme. Es ist nicht ungewöhnlich, dass sie über sexuelle Probleme klagen. Weiterhin kann man ein leichtes Zittern der Augenlider, der Zunge und der Finger, verstärktes Schwitzen der Gliedmaßen, Dermographismus (Fußnote: "Schreiben auf der Haut", Überempfindlichkeit gegenüber mechanischer Stimulation. Wiederholtes leichtes Reiben der Haut verursacht wegen örtlicher Reizung und starker Durchblutung sofort rote Flecken. Bei einigen Personen existiert eine solche Reizbarkeit der Haut von Geburt an. Sie tritt ziemlich häufig bei Neurotikern auf) und brüchige Fingernägel beobachten. Eine einzige Bestrahlung kann eine Verringerung der Widerstandsfähigkeit des Organismus verursachen (259, 279). Mit Hinblick auf die Wirkung radiofrequenter Felder auf die Sexualität reagieren Frauen im allgemeinen empfindlicher als Männer (64, 190, 262). Es wurde über einer Verringerung der Milchproduktion stillender Mütter berichtet (186, 195). Nach einer bestimmten Zeit ohne Bestrahlung (manchmal mehrere Wochen oder auch länger) (*Seite 31*) stellt sich der Organismus wieder auf seinen normalen physiologischen Zustand ein, und alle subjektiven und objektiven Beschwerden verschwinden. Diese Reaktion wird in der Literatur in der Regel als Regeneration beschrieben (195, 279).

Wirkung auf die Augen: Versuche mit Tieren.
Der stärkste thermische Effekt von elektromagnetischen Wellen wird im UHF Bereich beobachtet, wie durch Untersuchungen der Erhitzung der Augen in Abhängigkeit von der Frequenz (195) und der Verteilung der Wärme innerhalb der Augen bestätigt wurde (39, 142). Diese Versuche haben gezeigt, dass die Temperatur schneller ansteigt als die Energiedichte der Strahlung (26). Eine solche Erwärmung führt zu verschieden starken Schäden der Augen (17, 107, 161, 259), manchmal sogar zu Trübungen der Linse und der Hornhaut (215). Bei einer genügend starken Bestrahlung kann eine Trübung bereits nach einer einmaligen Bestrahlung auftreten, wobei die notwendige Bestrahlungszeit umgekehrt proportional zur Bestrahlungsstärke ist (137, 227, 269). Sogar bei einmaliger Bestrahlung bei Stärken die das Auge nicht sofort schädigen, kann ein Grauer Star oder eine Linsentrübung in den folgenden 1 bis 60 Tagen entstehen (195, 213). Wiederholte Bestrahlung unterhalb der für direkte Schädigung notwendigen Stärke kann ebenfalls zu Schäden führen (14, 26, 27, 30). Dies ist ein Hinweis auf kumulative biologische Wirkung von UHF Strahlung (132, 279). Im Hinblick auf die Verursachung von Trübungen im Auge ist ein gepulstes elektromagnetisches Feld wirkungsvoller als ein ungepulstes (26, 27). Schäden an den Augen entstehen nur durch ihre direkte Bestrahlung. Bei Bestrahlung des ganzen Körpers mit fast tödlicher Stärke werden die Augen nicht geschädigt (20, 31, 195), nicht einmal mit gepulster Strahlung (142), wenn die Strahlung nicht auf die Augen gerichtet wird.

Wirkung auf die Augen des Menschen.
Beim Personal von Radiofrequenzsendern wurde keine Schädigungen der Augen beobachtet (21), aber eine bedeutende Zahl von Schädigungen wurde bei Personen gefunden, die in einem UHF Feld arbeiten, vor allem bei Radarpersonal (12, 28, 29). In einer Zahl von Fällen wurde Grauer Star an einem oder beiden Augen beschrieben (99, 225, 279, 280). Sowjetische Autoren warnen dass chronische Bestrahlung mit Stärken in der Größenordnung von einigen Milliwatt pro Quadratzentimeter genügen um Trübungen im menschlichen Auge hervorzurufen (195). Bei solchen Personen wird zuerst vermehrter Tränenfluß und Erschöpfung der Augen (280) in Verbindung mit Veränderungen im Sehen beobachtet. Diese Veränderung im Sehen zeigt sich vor allem in einer Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber farbigem Licht (insbesondere Blau) und fehlerhaftem Sehen von weißen Objekten. Bei diesen Untersuchungen benutzten die Autoren ein "projection perimeter" (Anmerkung des Übersetzers: Gerät zur Gesichtsfeldmessung?)(283). Ein schwaches Radiofrequenzfeld verringert auch die Schwelle der Empfindlichkeit für Lichtreize in dem an die Dunkelheit angepassten Auge (116). Die Veränderung an der Grenze der Empfindlichkeit ist für gepulste und nichtgepulste Sender gleich (280). Auch eine Änderung des Augeninnendrucks als Folge chronischer Bestrahlung mit Zentimeterwellen wurde beobachtet (279). Bei Bestrahlung unterhalb der für direkte Schäden notwendigen Stärke wurde eine Verringerung von Vitamin C in der

Linse und in der Flüssigkeit der vorderen Augenkammer beobachtet (195). Während der akuten Entstehung von Grauem Star kommt es zu einer bedeutenden Verringerung der Aktivität von Adenosintriphosphatase und Pyrophosphatase in der Linse (37).

(*Seite 32*) Im Hinblick auf diese Fakten sind Warnungen im Hinblick auf die therapeutische Anwendung von Zentimeterwellen also gerechtfertigt, vor allem wenn eine Augenkrankheit besteht (99, 213). In Versuchen mit Modellen mit denen man versucht hat, die Wärmeverteilung innerhalb des von einem UHF Feld bestrahlten Auges zu messen, wurden Materialien wie 30prozentige Gelatine und Polystyrolschaum verwendet (100). Verschiedene Ansichten wurden über die Ursache von Augenschäden geäußert. Bei höheren Intensitäten ist der Schaden offensichtlich eine Folge der Erwärmung, die mit einer Koagulation von Proteinen in der Linse verbunden ist. Bei niedrigen Intensitäten findet eine Störung von Stoffwechselvorgängen statt. Eine wichtige Rolle dabei wurde Glutathion zugeschrieben. Trübungen könnten auch durch Störung der Zellatmung und des Reduktions-Oxidationssystems verursacht werden. (195).

Das Nervensystem.
Die subjektiven Beschwerden von Personen, die in Radiofrequenzfeldern arbeiten, stehen vor allem mit dem Nervensystem im Zusammenhang. Aus diesem Grund wurde den Veränderungen im Zentralen Nervensystem unter Bestrahlung besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der Leser findet Einzelheiten in verschiedenen leicht beschaffbaren Zeitschriftenartikeln (142, 195, 205, 279, 280, 282, 283). Bei der Erforschung der Wirkung von Radiofrequenz- und UHF Feldern auf den menschlichen Körper (64, 122, 123) wurden Veränderungen in der Aktivität des Zentralen Nervensystems (ZNS) bei großen und bei relativ kleinen Feldstärken untersucht. Diese Veränderungen wurden durch eine Bewertung des EEGs von Personen festgestellt, die in ihrer Mehrheit lange Zeit in Radiofrequenz- und UHF Feldern gearbeitet hatten (64, 248). Die Untersuchung des EEGs ist zur Zeit die einfachste objektive Methode um frühe Stadien der Schädigung des ZNS durch elektromagnetische Wellen festzustellen (53, 112, 122-124). Das Gesamtbild der Veränderungen der Nervenfunktionen die durch Schädigung des ZNS durch Radiofrequenz- und UHF Felder niedriger Intensität verursacht werden, gleicht einer Krankheit vom asthenischen Typus (47). Nur in einem Fall wurde eine schwere neurotische Erkrankung mit weiteren funktionellen Verschlechterungen bei einer Person beschrieben, die 10 Jahre lang im Feld eines Kurzwellengenerators gearbeitet hatte (35).

Bei hohen Intensitäten von Radiofrequenz- und UHF Feldern wird das Asthenische Syndrom sehr oft von Störungen der vegetativen Regulation des Herz-Kreislauf-Systems begleitet (61, 102). Gelegentlich wurden funktionelle Veränderungen bei Personen beschrieben, die ständig von Radiofrequenzfeldern mit Wellenlängen von einigen 10 bis einigen 100 Metern bestrahlt wurden (183, 194, 228). Auch hier treten die neurotischen Symptome am häufigsten auf und werden als Kurzwellenkater bezeichnet (51, 64). Interessant wenn auch drastisch sind Versuche, die die Hirnaktivität während der Bestrahlung des Kopfes durch starke Sender untersuchen (115). Wenn die Versuchsperson unruhig war oder sich kreativ beschäftigte, kam es zu Veränderungen der Hirnwellen. Zur gleichen Zeit wurde festgestellt, dass ein starkes Radiofrequenzfeld sogar Halluzinationen auslösen kann. Andere Autoren stellten unwillkürliche Bewegungen fest, wenn das Gehirn gesunder Personen bestrahlt wurde (142). Die oben genannten funktionellen Veränderungen (*Seite 33*) sind in der Regel reversibel. Nach dem Beseitigen der Ursache, also dem Ende der Einwirkung der Bestrahlung, stellt sich der normale Zustand wieder ein. In schwereren Fällen kann eine bedeutende Verbesserung des Allgemeinzustandes durch die richtige Behandlung erreicht werden (35). Nur in wenigen Einzelfällen schreiten die Veränderungen weiter voran (46, 195). Unter dem Einfluß von elektromagnetischen Feldern kann sich auch des Verhalten von Tieren deutlich ändern. Dabei kann man Unruhe (180), Gereiztheit und verstärkte Aktivität (142) beobachten, was manchmal so weit geht, dass ruhige Tiere aggressiv werden (116). Bei niedriger Intensität kann es vorkommen, dass Tiere schläfrig werden. Bestrahlung des Kopfes eines Huhnes mit Radiofrequenzfeldern führt zur Erstarrung. Das Tier trinkt und frisst nicht und wenn man es aufstellt, bleibt es stehen, bis es vor Erschöpfung umfällt.

Interessant sind auch Experimente bei denen die Wirkung von Radiofrequenzfeldern auf die Reaktion von Tieren auf Reize untersucht wurden. Bei Intensitäten die zu niedrig waren, um das Tier zu stören, wurden konditionierte und unkonditionierte Reflexe bei Hunden hervorgerufen (142, 208). Bei stärkeren Intensitäten allerdings ist die Reaktion auf konditionierte Reflexe deutlich verringert oder ausgelöscht oder die Zeit die zur Hervorrufung des Reflexes benötigt wird ist länger. In einigen Fällen ist es notwendig, den Stimulus zu verstärken, um die Reaktion hervorzurufen (11, 79, 159, 208). Zum

Beispiel haben wir den vollständigen Verlust des in einer Polizeischule antrainierten Gehorsams eines Hundes beobachtet, nachdem das Tier für ungefähr sechs Monate in einem starken Radiofrequenzfeld gehalten wurde. Aber diese Ergebnisse sind nicht eindeutig, denn einige Hunde, die auf gleichzeitige Geschmacks und Verteidigungsreflexe konditioniert waren, behielten die Verteidigungsreflexe während der Bestrahlung (14). Das EEG wurde bei Tieren und bei Menschen benutzt um Veränderungen in der elektrischen Aktivität des Gehirns während der Bestrahlung durch ein Radiofrequenzfeld festzustellen (276). Die Wirkung von einzelnen und chronischen Bestrahlungen des Organismus durch ein Radiofrequenzfeld auf Reflexe ist wahrscheinlich eine Folge von Veränderungen der Verbindungen der Nerven (143, 168, 279, 283). Man kann Degenerationen von Neuronen in Hirnrinde, Basalganglien, Pons, Medulla Oblongata und in einigen Fällen sogar dem Cerebellum sowie histologische und chemische Veränderungen in der Nähe von Nervenfasern feststellen (20, 143, 228).

Ähnliche Wirkungen wie sie durch Zentimeterwellen verursacht werden, sind auch die Folge von viel niedrigeren Frequenzen (12). Die Reaktion der Hirnrinde auf ein Radiofrequenzfeld gleicht der Wirkung von Bromiden oder Koffein (142). Es sind auch Untersuchungen über den funktionellen Zustand und die Änderung der Erregbarkeit von neuro-muskulären Präparaten in Radiofrequenzfeldern (39) sowie deren Wirkung auf Rheobase (Anmerkung des Übersetzers: Minimal nötiger Gleichstrom der zur Beeinflussung eines Nervs notwendig ist) und Chronaxie (Anmerkung des Übersetzers: Zeit die ein Strom von doppelter Stärke der Rheobase benötigt, um einen Nerv zu Beeinflussen.) bei Tieren und Menschen durchgeführt worden. Weiterhin liegen Berichte von Unterschieden zwischen der Wirkung von ungepulsten und gepulsten Feldern sowie der Wirkung von Bromiden und Koffein auf das Ergebnis vor.

Die Reaktivität des gesamten Nervensystems eines Tieres wird durch ein Radiofrequenzfeld gestört. Zum Beispiel wird die Berührungsempfindlichkeit und (*Seite 34*) die Schmerzgrenze reduziert (223, 228). Die betäubende Wirkung des Radiofrequenzfeldes wird durch eine Verringerung in der Weiterleitung des betroffenen Nervs erklärt. Verschieden Veröffentlichungen befassen sich mit der Wirkung eines Radiofrequenzfeldes auf die Schwelle der Empfindlichkeit und auf die Latenzzeit von Rückenmarksnerven (142). Wie bereits erwähnt, wird das Sehen von einem Radiofrequenzfeld beeinflusst (51, 116, 225). Wenn das Gehör einem elektromagnetischen Feld ausgesetzt wird führen selbst niedrige Intensitäten zu verringerter Erregbarkeit der Nerven und verlängern gleichzeitig die Latenzzeit. Trotzdem kann das Hörvermögen bei solchen niedrigen Intensitäten etwas verbessert sein. Bestrahlung des menschlichen Cerebellums kann eine kurzfristige Änderung der Geräuschwahrnehmung im Raum hervorrufen ohne die Hörschwelle zu beeinflussen. Die Empfindlichkeit des Geruchssinns nimmt bei Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld ebenfalls ab (das heißt die Schwelle für die Wahrnehmungen wird höher) (225). Diese Abnahme der Geruchsempfindlichkeit kann als eines der ersten Symptome der Wirkung von Zentimeterwellen auf gesunde Personen dienen, die mit Radiofrequenzgeneratoren arbeiten (279). Bei Kaltblütern (Hai) verschlechtert sich die Fähigkeit die Beute zu "riechen" oder auf andere Weise zu finden bei der Einwirkung von Radiofrequenzfeldern (287). Die Wirkung von UHF Feldern hoher Intensität kann zu einer Schädigung des Interrezeptor Apparates (Anmerkung des Übersetzers: Soll wohl heißen der Nervenverbindung zwischen den Rezeptoren) führen.

Fortpflanzungsorgane.
Neben den Augen und dem Nervensystem sind die Fortpflanzungsorgane besonders anfällig für die Wirkung von Radiofrequenzfeldern. Wahrnehmbare Veränderungen finden vor allem bei hohen Feldstärken im Zentimeterbereich statt (17, 30, 82, 113, 137). Bei hohen Feldstärken besteht die hauptsächliche Wirkung in thermischer Schädigung des der Fortpflanzung dienenden Gewebes. Eine Zunahme der Temperatur von männlichen oder weiblichen Geschlechtsorganen führt zu morphologischen Veränderungen (83) und möglicherweise zu degenerativen Prozessen in diesen Organen. Die Veränderungen sind ähnlich den durch thermische Verletzung hervorgerufenen (82). Das heißt, daß die Wände der Blutgefäße die die Fortpflanzungsorgane versorgen sich zusammenziehen können oder dass es zu einer direkten Schädigung von Eierstöcken und Hoden kommen kann. Untersuchungen an Zellen haben Unterbrechung der Spermienproduktion in verschiedenen Phasen der Entwicklung gezeigt (282). Diese morphologischen Veränderungen können sich dann in Veränderungen des Fortpflanzungszyklus zeigen, in einer Verringerung der Zahl der Nachkommen, in der Sterilität der Nachkommen (79) oder in einer Zunahme der Zahl der geborenen Weibchen.

Eine Abnahme der Fruchtbarkeit wurde bei Personen, die in Radiofrequenzfeldern arbeiten nicht festgestellt (12, 36, 280), aber was die Zahl der Kinder angeht, wurden deutlich mehr Mädchen geboren. Das Ergebnis einer Studie über die Wirkung von Radiofrequenz- und UHF Feldern auf den Menstruationszyklus von Frauen ist nicht eindeutig. Störungen des Menstruationszyklus wird als eines der Symptome der Wirkung von elektromagnetischen Feldern auf Organismen erwähnt (182), auch wenn die Ergebnisse von einigen anderen Untersuchungen von Frauen die zwischen 3 und 11 Jahren in einem UHF Feld gearbeitet haben diese Wirkung nicht bestätigt (24, 286). Es scheint, dass die Einwirkung von Radiofrequenzstrahlung auf schwangere Frauen und trächtige weibliche Tiere den Prozentsatz von Fehlgeburten erhöht (222). Die (*Seite 35*) Nachkommen von weiblichen Kaninchen, die der Einwirkung eines Radiofrequenzfeldes ausgesetzt waren, zeigten im Vergleich zu Nachkommen nicht bestrahlter Kaninchen deutliche funktionelle Änderungen und eine höhere Sterblichkeit (30). Die Literatur kennt einen Fall von Schädigung des Fetus bei einer Frau, die zu Beginn der Schwangerschaft mit Kurzwellendiathermie behandelt worden war. Nach der Geburt zeigte das Kind Veränderungen an den unteren und oberen Extremitäten. In den oberen Extremitäten fehlten Verknöcherungszentren (30). Andere Forscher haben berichtet dass ein Radiofrequenzfeld eindeutig die Entwicklung des menschlichen und tierischen Embryos behindert, vor allem im frühen Stadium. Die Entwicklung des Fetus wird verlangsamt, angeborene Veränderungen entstehen und die Lebenserwartung des Neugeborenen ist verringert. Die Wirkung ist kumulativ und die Erwärmung spielt ebenfalls eine eindeutige Rolle (160).

<u>Kreislaufsystem</u>.
Wiederholte Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld hoher Intensität führt zu Veränderungen im Kreislaufsystem (195, 279, 280, 283). Störungen im Blutkreislauf wurden beschrieben (80) die sich durch eine Änderung im Blutfluß bemerkbar machen (216). Im allgemeinen wird eine Zunahme des Blutflusses beschrieben die proportional der Stärke und Dauer der Bestrahlung ist (214). In Extremitäten mit unterbrochenen Nerven wird allerdings eine Verringerung der Durchblutung beobachtet. Die bessere Durchblutung beruht auf einer Erweiterung der Gefäße. Und eine Veränderung des Blutflusses durch Gefäßerweiterung verändert den Blutdruck (262). Zuerst steigt der Blutdruck geringfügig an und fällt dann (5, 11, 98, 224). Dieser Abfall kann sehr ausgeprägt sein und mehrere Wochen nach der Bestrahlung anhalten. Allerdings sind auch Berichte vorhanden, die keine solche Wirkung bei Radarpersonal beobachtet haben (224). Auch die Pulsrate verändert sich (141). Abhängig davon welcher Bereich des Körpers bestrahlt wird kann der Puls beschleunigt oder verringert sein (11, 198, 199). Das EKG wird für objektive Untersuchungen von Veränderungen der Herzaktivität verwendet. Radiofrequenzfelder verringern die Weiterleitung im Koronaren Kreislaufsystem was sich dann als Veränderung im EKG zeigt. Charakterisiert wird diese Veränderung als Bradykardie vom Sinustyp, manchmal in Verbindung mit Sinus Arrhythmie (245). Weitere Beobachtungen beinhalten Störungen der Reaktionen der Blutgefäße wie beispielsweise Schwingungen des Tonus der Adern (61).

Sowjetische Autoren (279) unterscheiden Symptome chronischer Bestrahlung mit Zentimeterwellen (im Bezug zur Störung der Gefäße) in drei Stadien: 1. der ursprüngliche Normalzustand, 2. leichte Veränderungen, 3. klar erkennbare Veränderungen. Der Grad der Veränderungen hängt von der Intensität und der Dauer der Bestrahlung mit dem UHF Feld ab. Die oben beschriebenen Veränderungen in der Funktion des Kreislaufes sind reversibel, aber es ist auch ein Fall beschrieben worden, in dem die Veränderung des EKGs anhielt nachdem die Bestrahlung beendet worden war, obwohl die anderen Funktionen sich normalisierten (280).

<u>Veränderungen im Blutbild</u>.
Eine Anzahl von Autoren vertreten die Meinung, dass das Blutbild durch die Einwirkung eines Radiofrequenzfeldes nicht merklich beeinflusst wird (12, 36, 143, 195). Aber andere haben Veränderungen (105, 107, 224, 276) sowohl beim weißen (79, 95, 98, 156, 200, 225, 279) (*Seite 36*) als auch beim roten Blutbild (104, 224) sowie eine Verringerung des Hämoglobins (79) gefunden. Der osmotische Widerstand der roten Blutkörperchen ist merklich negativ beeinflusst (195). Wenn Zentimeterwellen auf eine Suspension von roten Blutkörperchen einwirken, verändert sich ihr Volumen und ihre Form, und fortgesetzte Bestrahlung kann sogar zu Hämolyse führen (73, 245). Die dadurch erhaltenen Zellwände haben andere elektrische Eigenschaften als die durch die Üblichen osmotischen Verfahren gewonnenen. Nach der Bestrahlung mit einem Radiofrequenzfeld ist die Koagulationszeit verringert (195). Die Prothrombin Zeit nach Quick ist verkürzt (229). Erhöhte Koagulation in Verbindung mit den Veränderungen in den Gefäßen kann sogar zu Thrombose führen. Einige Autoren haben auch die Wirkung von Mikrowellenstrahlung auf die blutbildenden Organe untersucht (42, 121).

Beeinflussung anderer Organe durch Radiofrequenzfelder.
Die Beeinflussung des Kreislaufsystems führt zu der Beobachtung, dass die Atemrate erhöht (manchmal auch verringert) wird (11, 195). Weiterhin kann es in einigen inneren Organen zu kleinern und größeren Blutungen kommen (20, 195). Eine Anzahl von Autoren haben die Wirkungen auf Nieren, Nebennieren und Leber untersucht (20, 92, 195). Sie fanden eine verringerte Filterfunktion der Nierenkanälchen, vielleicht als Folge der Schädigung von Epithelzellen in den Nierenkanälchen. Außerdem kam es zu verstärkter Aktivität der Nebennierenrinde, Blutungen in der Leber und Schädigung von Leberzellen. Personen, vor allem Frauen, die in einem Radiofrequenzfeld arbeiten zeigen eine Vergrößerung der Schilddrüse, allerdings ohne das klinische Bild einer Überfunktionsstörung. Verstärkte Aufnahme von radioaktivem Jod wurde in Untersuchungen der Funktion der Schilddrüse festgestellt (190, 262, 279, 280).

Weil die Abmaße einiger Teile des Körpers zu Resonanzen der elektromagnetischen Wellen führen können, kann es zu einer örtlichen Verletzung von Organen kommen wie beispielsweise zu einer Nekrose des Darms. Radiofrequenzstrahlung verursacht keine Veränderungen der Zellen des Knochenmarks oder des Einbaus von radioaktiv markiertem Kalzium und Phosphor in bestrahlte Knochen (56, 106, 250). Einige Zellveränderungen in Muskeln wurden nach chronischer Bestrahlung beschrieben (158). Bei höheren Feldstärken werden Schädigungen nicht nur innerhalb des Körpers sondern auch in den Pfoten und Ohren von Versuchstieren hervorgerufen (195, 259). Nach einer einmaligen Bestrahlungen wurden keine Zellveränderungen gefunden (282).

Biochemische Veränderungen.
Die Wirkung elektromagnetischer Wellen zeigt sich durch Änderungen im Stoffwechsel der verschiedensten Körpergewebe (251). Eine Reihe von Versuchen wurde an Stücken der Hirnrinde unternommen (8, 93). Unter dem Einfluß eines gepulsten Feldes fällt der Glukosespiegel und steigt der Sauerstoffverbrauch (133, 154). Gleichzeitig steigt der Kohlensäure- und Milchsäuregehalt und der Spiegel von anorganischen Phosphaten während sich die Menge der Makroergen Strukturen (Anmerkung des Übersetzer: Also von Eiweißen, Aminosäuren, Vitaminen und anderen zur Funktion des Stoffwechsels notwendiger Moleküle) verringert. Also findet eine bedeutende Verbrennung von Zucker statt. Veränderungen im Alkalihaushalt und im pH Wert des Blutes wurden auch gefunden (33, 127). (*Seite 37*) Bei nicht betäubten Kaninchen verändert sich die Aktivität von Succinodehydrogenase und Cytochromoxidase leicht. Bei betäubten Kaninchen (deren Stoffwechselgrundumsatz geringer ist), steigert das Radiofrequenzfeld die Aktivität der Zellatmung auf eine fast normale Rate (118).Eine Studie über die Wirkung eines Radiofrequenzfeldes auf den Oxidationsvorgang beim Menschen wurde durchgeführt (22).

Sogar bei relativ niedrigen Feldstärken ist die Aktivität von Cholinesterase im Blut und in anderen Organen reduziert (279). Wir können daraus schließen, dass das Radiofrequenzfeld einen Anstieg des Azetylcholinspiegels in einigen Teilen des Körpers verursacht, was große Bedeutung für die Entwicklung von vegetativen Veränderungen haben könnte. Verschiedene Veränderungen in der Zusammensetzung von Blutplasma sind auch beschrieben worden (18, 252). Einige Autoren haben eine Verringerung des Gesamtproteins beschrieben mit einer gleichzeitigen Abnahme des Verhältnisses von Albumin zu Globulin (9, 82, 280). Die Änderung dieses Verhältnisses wird sehr wahrscheinlich durch eine starke Zunahme von Gammaglobulin hervorgerufen (62, 82, 224, 279). Die Zunahme von Gammaglobulin wiederum könnte mit einer Veränderung des Abbaus von Proteinen im Gewebe zusammenhängen. Jedenfalls ist diese Beobachtung eher eine Ausnahme als die Regel. In einigen Fällen wurde eine Zunahme des Histaminspiegels im Blut festgestellt (97, 200, 280). Und mit ihr eine Zunahme des Widerstandes gegen ionisierende Strahlung. Das Radiofrequenzfeld beeinflusst auch den Zuckerhaushalt des Körpers (195, 229, 279) und den Glykogen Abbau in der Leber (82, 116). Bei gesunden Personen wurden nur geringe Änderungen bei den Spiegeln von Zucker, Cholesterin und Fetten im Blut beobachtet, aber es gab eine deutliche Abnahme aller drei Komponenten und eine Verbesserung von subjektiven Beschwerden wenn Diabetiker mit Radiofrequenzstrahlung behandelt wurden (92). Es ist wahrscheinlich, dass im Blut von Kaninchen gefundene Änderungen im Spiegel von Zucker und Phosphor durch eine Störung des Zuckerstoffwechsels hervorgerufen wurden (195).

Eine Verringerung des Spiegels von Ribonukleinsäure (RNA) in der Milz (und nach fortgesetzter Bestrahlung auch in der Leber und im Gehirn) von Ratten wurde nach chronischer Bestrahlung durch Mikrowellen verursacht. Der Spiegel von Desoxyribonukleinsäure (DNA) blieb unverändert (283, 195). Andere Autoren berichten dass eine einzige Bestrahlung von Ratten zu einer Verringerung der Aktivität von Ribonuklease und Desoxyribonuklease, also einer Zunahme des Spiegels von DNA und

vor allem von RNA führte (282). In Hautzellen und in aus Hautzellen entstandenen Zellen führte eine einzige Bestrahlung zu einer Zunahme der Aktivität von beiden Enzymen (283). Eine Zunahme des RNA Gehalts wurde auch in den Lymphozyten von mit Radiofrequenzgeneratoren arbeitenden Personen beobachtet, was mit der beobachteten Zunahme der Zahl der Monozyten im Blutbild übereinstimmt die den größten Teil der RNA (junge Zellen) enthalten (245). Beeinflusst wird auch die fibrinolytische Aktivität, die bei jungen Personen nach der Bestrahlung zu- und bei Älteren eher abnimmt (15), während sie ohne Bestrahlung bei beiden Gruppen gleich ist. Die Wirkung auf die Aktivität anderer Enzyme wurde auch untersucht (91).

Auf der Grundlage biologischer Veränderungen (vor allem des Zuckerstoffwechsels) unter dem Einfluß von Radiofrequenzfeldern haben mehrer Autoren ausgeführt dass Forschung in dieser Richtung den Weg zu (*Seite 38*) einer erfolgversprechenden Methode der Krebsbehandlung weisen könnte (19, 116). Die Wirkungen von Radiofrequenzfeldern auf Krebspatienten sind tatsächlich untersucht worden (60, 164). Eine Gruppe französischer Wissenschaftler hat über eine erfolgreiche Krebsheilung bei Ratten berichtet, die einer kurzzeitigen Bestrahlung mit Radiofrequenzfeldern verschiedener Frequenzen unterzogen wurden (217, 218, 219). (Allerdings wurde dieser Bericht mit einiger Skepsis durch Krebsspezialisten aufgenommen.) Die Autoren schließen aus bis jetzt gemachten Versuchen, dass Radiofrequenzfelder Veränderungen im Stoffwechsel von Tumorgewebe verursacht (179), wodurch nicht nur das Wachsen des primären Sarkoms verringert, sondern auch das Wachsen sekundärer Tumore und die Produktion von Metastasen verhindert wird.

4.2 Wirkung auf andere Organismen

(...) (S.40ff) *Die Abhängigkeit biologischer Effekte von den Feldparametern*

Aus der obigen kurzen Beschreibung der Effekte und Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf lebende Organismen und sogar nach einer ausführlichen Studie der in der Bibliographie angegebenen Veröffentlichungen ist es noch nicht möglich, einen kurzen und (soweit möglich) eindeutigen Schluß zu ziehen. Wenn wir die Tatsache bedenken, dass die biologischen Wirkungen von Radiowellen von einer Reihe von Faktoren abhängen (von denen die wichtigsten die Stärke des Feldes, seine Eigenschaften und die Länge der Einwirkung sind), wird klar, dass auch die endgültigen Ergebnisse nicht eindeutig sein sondern mehr oder weniger variieren (oder sogar widersprüchlich sein) werden, wie man es oft, auch in der obigen Zusammenfassung, sieht. Aus den folgenden Abschnitten, die verschiedene wichtige Faktoren in Abhängigkeit von den Eigenschaften des elektromagnetischen Feldes beschreiben, kann man eine Vorstellung von den Schwierigkeiten bekommen, eine richtige und objektive Bewertung der Wirkungen zu bekommen.

Die Frequenzabhängigkeit der biologischen Wirkungen kann sich in Abhängigkeit von den oben genannten Teilmechanismen dieser Wirkungen ändern. Es scheint, dass die komplexen biologischen Wirkungen von elektromagnetischen Wellen bei relativ niedriger Feldstärke nicht zu sehr von der Frequenz abhängig sind, vorausgesetzt dass die auf den Organismus einwirkende Energie (*Seite 41*) von gleicher Stärke bleibt. Andererseits kann der einzelne Wirkungsmechanismus eine ausgeprägte Frequenzabhängigkeit zeigen. Es gibt grundsätzlich zwei Gruppen von Wirkungen: thermische und nichtthermische. Es muß darauf hingewiesen werden dass die nichtthermischen Wirkungen nicht von den thermischen Wirkungen getrennt werden können (Anmerkung des Übersetzers: Denn eine, wenn auch geringe, Erwärmung findet ja bei der Einwirkung von Radiofrequenzfeldern immer statt). Bei hohen Intensitäten herrschen die von der übertragenen Energie abhängigen thermischen Wirkungen vor. Thermische Wirkungen nehmen mit steigender Frequenz stark zu und sind deshalb im Bereich der sogenannten Mikrowellen von besonderer Bedeutung. Wegen der durch ihre starke Dämpfung im Gewebe hervorgerufenen geringen Eindringtiefe der Mikrowellen sind die Augen sowie die Geschlechtsorgane (des Mannes) besonders gefährdet. Nichtthermische Wirkungen hängen in erster Linie von der augenblicklichen Amplitude der Radiofrequenzstrahlung ab. Ihre Bedeutung nimmt bei wiederholter Bestrahlung mit relativ geringer Energie zu. Dies betrifft vor allem gepulste Felder, bei denen die gesamte übertragene Energie zwar gering, aber die augenblickliche Amplitude ziemlich groß ist.

In diesem Fall überwiegen meistens die nichtthermischen Effekte gegenüber den thermischen. Auf der Grundlage unseres jetzigen Wissens über die primären biophysikalischen Mechanismen der nichtthermischen Wirkungen elektromagnetischer Wellen können wir sagen, dass diese primären Wirkungen vor allem auf makromolekularer und zellulärer Ebene stattfinden. In erster Linie handelt es sich dabei um die Beeinflussung der kolloidalen Struktur der Zellbestandteile und anderer Kolloide im Organismus sowie um die Wirkung auf die elektrische Leitfähigkeit der Zelle was sich vor allem auf die Funktion des Zentralen Nervensystems auswirken kann. Die Frequenzabhängigkeit dieser beiden Teilmechanismen muß nicht die Gleiche sein, und zur Zeit ist unser Wissen über diese Abhängigkeit sehr unvollständig. Allerdings wissen wir aus Versuchen über die Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf einzelne kolloide Komponenten, dass die Frequenzen und Intensitäten bei denen sie beeinflusst werden, von der Zusammensetzung dieser Kolloide abhängen.

Die Frequenzabhängigkeit der biologischen Wirkung von Radiofrequenz- und UHF-Feldern wurde von vielen Autoren untersucht. (17, 279). Soweit die thermischen Wirkungen betroffen sind (41, 195, 210), wird diese Frequenzabhängigkeit dadurch hervorgerufen, dass die elektrische Charakteristik der verschiedenen Gewebe von der Frequenz abhängig ist (240). Diese Frequenzabhängigkeit ist monoton, das heißt beim Anstieg oder Abfall der Frequenz nimmt die Wirkung gleichmäßig zu oder ab, ohne dass bei bestimmten Frequenzen Wirkungsmaxima oder Wirkungsminima entstehen. Für den Körper als Ganzes gibt es (allerdings) einen bestimmten Bereich von optimalen Frequenzen bei denen die Erwärmung ein Maximum erreicht. (69, 235). Dieser Bereich ist eine Folge der begrenzten Abmaße des Körpers, der keine homogene Struktur hat und der Frequenzabhängigkeit der dielektrischen Konstante (die sogenannte Dispersion) vieler Gewebe. Die Frequenzen für die maximale Erwärmung des menschlichen Körpers liegen im Bereich von VHF- und Zentimeterwellen. Allerdings gilt im allgemeinen, dass die Erwärmung des Gewebes mit steigender Frequenz zunimmt. Viele andere Wirkungen sind ebenfalls bei höheren Frequenzen deutlicher ausgeprägt. Darum ist die Einschränkung der Augenbewegungen ebenso wie die Veränderungen im Zentralen Nervensystem bei 75 MHz stärker ausgeprägt als bei 0,3 MHz (280). Veränderungen im Wachstum von Bakterien in Abhängigkeit von der Frequenz wurden ebenfalls beschrieben (63). So weit der Blutumlauf betroffen ist wurde festgestellt dass (*Seite 42*) er im Bereich der Zentimeterwellen zunimmt während er bei viel niedrigeren Frequenzen unter den Normalbereich abfällt (195). In diesem Fall allerdings war das Ergebnis wohl eher eine Folge zweier unterschiedlicher Feldstärken. Dieselbe Annahme kann wohl auch für den bereits beschriebenen Unterschied in der Empfindlichkeit des Hörorgans bei Wellenlängen von 10 und 3 Zentimetern gemacht werden, denn bei diesen Wellenlängen gibt es keinen Unterschied in ihrer Wirkung auf das Hormonsystem oder das Zentrale Nervensystem (279).

Viel bedeutender als die Frequenzabhängigkeit ist der Einfluß der Eigenschaften des abgestrahlten Signals. Das Signal kann entweder unmoduliert sein, so dass das elektromagnetische Feld eine mehr oder weniger gleichbleibende Amplitude hat (CW-Betrieb), oder es wird moduliert. Ein Grenzfall der Amplitudenmodulation ist die Pulsmodulation.

Stellen wir uns vor, dass wir zwei Hochfrequenzgeneratoren mit der gleichen Frequenz haben, von denen einer unmoduliert und der andere pulsmoduliert ist. Wenn die durchschnittlich abgestrahlte Leistung beider Geräte vergleichbar ist, gibt es in der Wärmewirkung diese beiden Felder auf den Körper keinen Unterschied (279). Trotzdem können wir Unterschiede in der Wirkung feststellen. Bei der einmaligen Bestrahlung von Ratten mit einer Bestrahlungsstärke von ungefähr 200 mW/cm2 im Bereich einer Wellenlänge von 10 cm verursacht ein ungepulstes Feld auch nach 30 Minuten keine sichtbare Auswirkung auf das Versuchstier, während ein gepulstes Feld (Pulslänge 1 Mikrosekunde, Pulswiderholrate 1000 Hz) die Ratte innerhalb von 3 oder 4 Minuten tötet (151). Die Untersuchung der Ratte nach dem Tod zeigt nur eine deutliche Vergrößerung der Milz. Das Erscheinungsbild der Zellen der Hauptorgane (einschließlich des Gehirns) ist normal. Außerdem ist die Reaktion eines Versuchstieres auf gepulste Strahlung schon beim Beginn der Bestrahlung charakteristisch und zeigt die vorherrschende Beeinflussung von elektromagnetischen Wellen auf das Zentrale Nervensystem. Ein gepulstes Feld ist also biologisch wirkungsvoller als ein ungepulstes Feld. Zu diesem Schluß ist man unabhängig voneinander in der UdSSR, den USA und der Tschechoslowakei gekommen (118, 145, 151, 254).

Es kann angenommen werden, dass die größere biologische Wirksamkeit eines gepulsten Feldes durch nichtthermische Wirkung hervorgerufen wird. (118). Die Unterschiede in der Wirkung von unmodulierten und gepulsten Feldern auf die Entstehung von Trübungen im Auge (26, 27, 215), Veränderungen an den Übergängen zwischen Neuronen (280) und auf Rheobase (Anmerkung des Übersetzers: Minimal nötiger Gleichstrom der zur Beeinflussung eines Nervs notwendig ist) und

Chronaxie (Anmerkung des Übersetzers: Zeit die ein Strom von doppelter Stärke der Rheobase benötigt, um einen Nerv zu Beeinflussen.) (142) wurden bereits erwähnt. Die in diesen Versuchen verwendeten Wellenlängen lagen im Zentimeterbereich. Sender in diesem Bereich arbeiten meistens im Pulsbetrieb. Aber auch bei Wellenlängen im Meterbereich wurde eine stärkere Wirkung des gepulsten Feldes auf biologische Vorgänge, wie zum Beispiel auf Oxidationsvorgänge im Gewebe, gezeigt (118). Mit zunehmender durchschnittlicher Leistungsdichte des Feldes verwischen sich die Unterschiede zwischen den Wirkungen eines ungepulsten und eines gepulsten Feldes, denn die thermischen Wirkungen beginnen vorzuherrschen (20).

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Radiofrequenzfeld in seinen Auswirkungen entweder stimulierend oder dämpfend wirken kann. Und diese verschiedenen Wirkungen können von einer bestimmten Frequenz und den Eigenschaften des Feldes abhängen. Die Wirkung hängt auch von der Stärke des Feldes (*Seite 43*) und vom Zeitraum der Einwirkung ab. Bei hoher Stärke hängt das Auftreten der Wirkung von der Stärke des Feldes und von der Länge der Einwirkung ab, während die Wirkung bei niedrigen Stärken oder kurzer Einwirkung oszillieren kann.

Viele verschiedene Eigenschaften beeinflussen also die biologische Wirksamkeit eines Radiofrequenzfeldes. Im Hinblick darauf ist es offensichtlich belanglos wie dieses Feld produziert wird. Außer in Radiofrequenzgeneratoren entstehen solche elektromagnetischen Felder auch in der Natur. Eine solche leistungsfähige natürliche Quelle ist die Sonne. Zusätzlich zur Wärme- und Lichtstrahlung ist die Sonne auch im ganzen Bereich des Radiofrequenzspektrums aktiv. Die Stärke dieser Strahlung kann unter bestimmten Voraussetzungen Werte erreichen, die genügen, biologische Wirkungen hervorzurufen (6). Außerdem sendet die Sonne Korpuskularstrahlung aus, die beim Auftreffen auf die obersten Schichten der Atmosphäre kurze Radiofrequenzpulse im Bereich von 10 bis 50 KHz verursachen können (50). In ähnlicher Weise können große Luftbewegungen (vor allem Fronten mit instabilen feuchten Grenzen) unter bestimmten Bedingungen Quellen für Radiostrahlung im selben Frequenzbereich sein. Es gibt zur Zeit viele Veröffentlichungen, die sich mit den biologischen Wirkungen dieses Frequenzbereiches befassen (51, 187, 188, 288). Interessant ist, dass statistisch signifikante Beweise über den Einfluß solcher Felder auf die Sterberate (51), die Geburtsrate, Verkehrsunfälle und Arbeitsunfälle (6) vorgelegt wurden.

Laserstrahlung. Nach der Erfindung der Laser, also von Quellen kohärenter elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren Bereich, wurden Untersuchungen über die biologischen Wirkungen dieser Strahlen begonnen (49, 256, 284). Es wurde festgestellt, dass Laserstrahlung, genau wie elektromagnetische Wellen niedrigerer Frequenz, ebenfalls thermische und nichtthermische biologische Wirkungen hervorrufen können und dass ihre bedeutendste Wirkung biologisch komplexe Makromoleküle (Proteine) betrifft (62). Wenn gepulste Laserstrahlung auf das Auge trifft, entstehen im Schädel Ultraschallwellen, die Vibrationen des Gehirns, des Hirnwassers und der Schädelknochen hervorrufen; Piezoelektrische Aufnahmen (Anmerkung des Übersetzers: also mit einem Kristallmikrofon für Körperschall) dieses Schalls können an der Schädelbasis gemacht werden (2, 43).
Vergleiche mit der Wirkung von normalen einfarbigen Lichtquellen (deren Strahlung nicht kohärent ist und die deshalb in der Praxis nur thermische Wirkungen hervorrufen können) zeigen dass Laserstrahlen spezifische chemische und elektrochemische nichtthermische Wirkungen haben (260). Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass der Mechanismus dieser Wirkung der Gleiche ist wie bei den Radiowellen.

Gleichzeitige Einwirkung von elektromagnetischen Wellen und anderen Faktoren. Beim Betrieb von Radiofrequenzgeneratoren werden die Röhren des Endverstärkers mit Hochspannung betrieben. Bei Spannungen von ungefähr 20 kV und darüber entsteht durch den Anodenstrom Röntgenstrahlung (145). Messungen an verschiedenen UHF Generatoren haben gezeigt, dass Spitzenwerte bis zu 50 r/Min. auftreten können. Die gemeinsame Wirkung von Radiofrequenzfeld und Röntgenstrahlung wurde deshalb untersucht. Man fand heraus, dass in so einem Fall der Schaden an biologischen Objekten schwerer war, als wenn jeder Faktor (*Seite 44*) unabhängig vom anderen eingewirkt hätte (195, 264). Eine Verstärkung der Wirkung wurde bei aufeinanderfolgender Einwirkung von Radiofrequenzfeld und Ultravioletter Strahlung (114) oder Gammastrahlung (200) gefunden. Die gemeinsame Einwirkung von Radiofrequenzfeldern verschiedener Frequenzen scheint (ebenfalls) sehr gefährlich zu sein (76). Bestrahlung eines Organismus mit einem Radiofrequenzfeld kann ebenfalls die bekannten Wirkungen bestimmter chemischer Substanzen, zum Beispiel von Medikamenten, stark beeinflussen, so dass diese Wirkungen verstärkt oder gestört werden (116).

Electromagnetic Fields and the Life Environment Marha, Karel; Musil, Jan; Tuhá, Hana, San Francisco 197.1 (S.47ff)
(in Klammern angegebene Seitenzahlen beziehen sich auf das Original)

Biologische Wirkung von elektromagnetischen Wellen und die zugrundeliegenden Mechanismen

4.4 Mechanismus der Wirkung

Es gibt keine gemeinsame Erklärung für die verschiedenen Wirkungsmechanismen der elektromagnetischen Wellen. Der Grund dafür liegt darin, dass es eine ganze Reihe voneinander unabhängiger primärer Mechanismen geben könnte, von denen mehrere bei einer bestimmten Kombination der entsprechenden Feldeigenschaften gleichzeitig wirken könnten. Die Komplexität der daraus folgenden Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf den Organismus kann man am Besten aus Bild 4 ersehen.

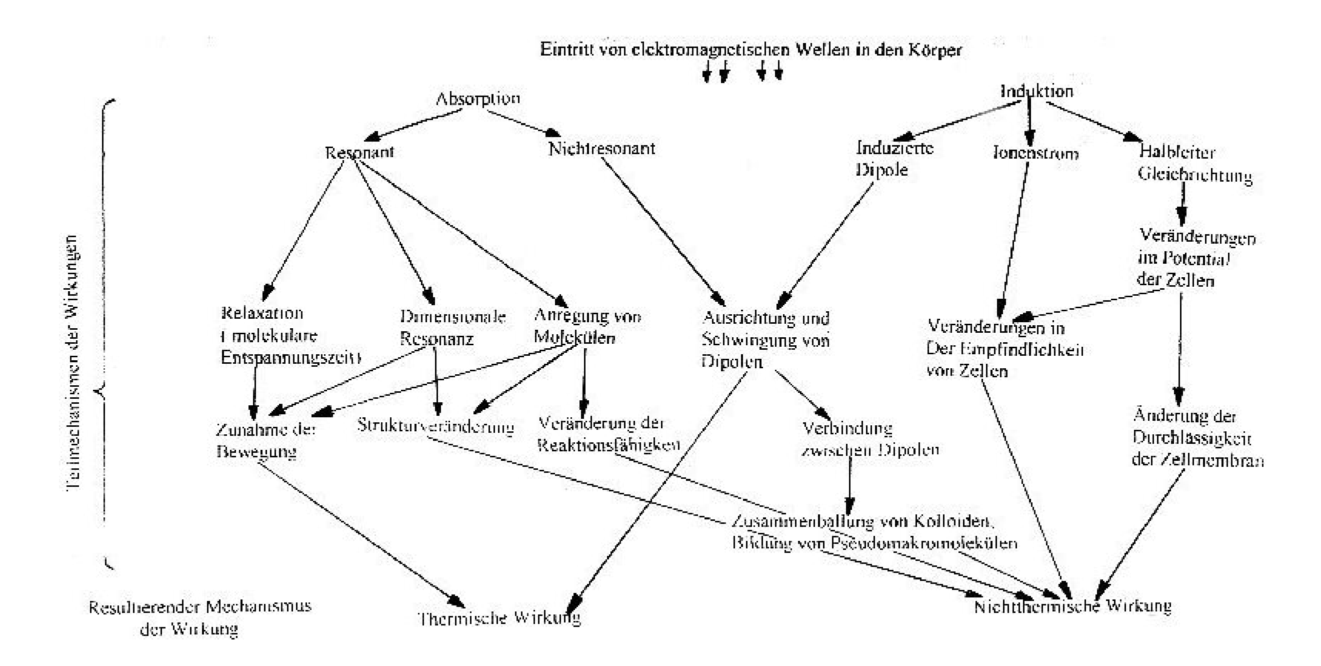


Tabelle 4 Einige der Teilmechanismen der biologischen Wirkungen von Radiowellen in ihrem Verhältnis zueinander. Aus diesen Verhältnissen ergibt sich die Komplexität der daraus resultierenden Mechanismen der Wirkungen

Bild 4

Mit Veränderungen in den Feldeigenschaften kann sich der Charakter des einzelnen beteiligten Teilprozesses grundlegend ändern (166, 202, 205, 283). Wir haben bereits erwähnt, dass es zwei Arten von Wirkungen, nämlich thermische und nichtthermische gibt. Aber zwischen thermischen und nichtthermischen Wirkungen gibt es keine deutliche Trennungslinie. Ein Grund dafür liegt darin, dass es Unterschiede in der Auffassung darüber gibt, was eine nichtthermische Wirkung (oft auch spezifische Wirkung genannt) ist. Die Mehrheit der Autoren verstehen unter diesem Begriff die Wirkung elektromagnetischer Wellen einer Feldstärke die zu gering ist, eine deutliche Zunahme der Temperatur des bestrahlten Körpers hervorzurufen. Das ist natürlich eine außerordentlich unobjektive Definition und liefert keine Grundlage für die Erklärung dieses Phänomens. Die thermische Wirkung wird durch eine Zunahme der Temperatur des Organismus (oder eines Teils desselben) mit verstärkter molekularen Bewegung durch Kollisionen und Reibung der Moleküle hervorgerufen.

Richtiger ist es, die Wirkungen als nichthermisch zu betrachten, die auf primär nichtthermische (stationäre) Mechanismen der Wirkung von elektromagnetischen Wellen auf bestrahlte Systeme zurückzuführen sind ohne die jeweilige Feldstärke zu berücksichtigen. Weil die elektrisch geladenen Partikel (seien es Ionen, molekulare Dipole oder kolloide Teilchen) in einem Wechselfeld immer in

Bewegung sind und weil Lösungen von Ionen oder Kolloiden die molekulare Dipole enthalten notwendige Bestandteile biologischer Systeme sind (in erster Linie Wasser, aber auch organische Bestandteile wie Aminosäuren) ist es in solchen Systemen unmöglich eine thermische Wirkung von einer nichtthermischen zu trennen.

Unter den richtigen Bedingungen (Leitfähigkeit, dielektrische Konstante, Frequenz, Stärke und Eigenschaften des Feldes), und bei bestimmten Eigenschaften des Körpers, kann die nichtthermische Wirkung eindeutig die thermische Wirkung übertreffen und damit der biologisch wirksame Faktor sein. Zur Zeit gilt das Interesse in erster Linie den Mechanismen der nichtthermischen Wirkungen elektromagnetischer Felder. Wenn Radiofrequenzenergie auf die Oberfläche eines Körpers trifft, wird ein Teil reflektiert während ein anderer Teil in den Körper eindringt um dort absorbiert zu werden. Die Reflektion hängt von den elektrischen Eigenschaften des von der Radiofrequenzstrahlung ((Seite 49) betroffenen Gewebes ab. Beim Eindringen von Radiofrequenzstrahlung in das Gewebe verändert sich ihre Wellenlänge, denn die Geschwindigkeit der Welle hängt von der dielektrischen Konstante und der elektrischen Leitfähigkeit des Mediums ab. Ein Dipol richtet sich in einem elektrischen Feld aus. Wenn es sich um ein Wechselfeld handelt, beginnt der Dipol mit der Frequenz des Feldes zu schwingen. Je stärker das Dipolmoment ist, desto größer ist die für die Schwingung notwendige Energie. Als Folge der Schwingung steigt die Temperatur. Wenn die Frequenz zunimmt, nimmt auch die Temperatur zu, denn die Schwingungsrate steigt und mit ihr die durch die Reibung verursachten Verluste der vom Dipol aufgenommenen Energie. (...)

Allerdings haben Tierversuche gezeigt, dass wegen der Wärmeregulation des Körpers die Frequenzabhängigkeit nicht so ausgeprägt ist und sich nur bei hohen Feldstärken deutlich zeigt (15). Es ist also notwendig einen anderen Weg der Radiofrequenzeinwirkung auf den Körper zu berücksichtigen. Dieser zweite Weg wird als "elektromagnetische Induktion" bezeichnet. Ein Radiofrequenzpotential wird in einem Leiter induziert, der sich in einem Radiofrequenzfeld befindet. Dieses Potential kann sich dann (mit einigen Verlusten) über den Leiter an andere Orte fortpflanzen, wo kein direktes elektromagnetisches Feld vorhanden ist. Die Verluste, die in einer bestimmten Länge des Leiters auftreten, hängen in erster Linie vom Widerstand des Leiters, der Eigenschaft der direkten Umgebung des Leiters und der Frequenz des fließenden Radiofrequenzstromes ab. Das gilt für einen Leiter erster Ordnung.

Das elektromagnetische Feld verursacht Ionenströme im Organismus. Lazarev hat die Hypothese (136) vorgeschlagen, dass der Einfluß des Feldes die Ionenkonzentration in der Nähe der Zellmembran erhöht, was zu einer im allgemeinen reversiblen Anhäufung von Proteinmolekülen führen könnte (wobei einige Proteine sozusagen aus der Lösung ausgeschieden werden). Weiterhin schreibt er, dass eine genügend starke Änderung in der Ionenkonzentration zu einer Änderung der biologischen Eigenschaften der Zellen führt. Die Wirkung des elektrischen Feldes auf ein geladenes Teilchen erzwingt also seine Bewegung. Das bedeutet, dass das Gleichgewicht des Systems verändert wird. Nach dem Ende der Einwirkung des Feldes benötigt das System eine gewisse Zeit um in seinen ursprünglichen Zustand zurückzukehren. Diese Zeit nennt man Relaxationszeit (*Anmerkung des Übersetzers: molekulare Entspannungszeit*). Sie hängt sowohl von der Größe und (Seite 50) der Ladung der betroffenen Teilchen als auch von den Eigenschaften des umgebenden Mediums und der Temperatur ab. (...) Wenn die Periode der Feldänderung mit der molekularen Entspannungszeit übereinstimmt ist die Energieübertragung auf die Teilchen (und damit die Energieabsorption) am größten. (...)

Bei Wassermolekülen, die bei Raumtemperatur eine molekulare Entspannungszeit in der Größenordnung von 10 hoch -11 Sekunden haben, erreicht die Energieabsorption im Frequenzbereich von 10 hoch 9 bis 10 hoch 11 Hz, also bei Wellenlängen von 30 cm bis 3mm, ihr Maximum (166). Eine solche Absorption wurde experimentell beobachtet (220). Bei Proteinen in wässriger Lösung liegt die Entspannungszeit in der Größenordnung von 10 hoch -7 Sekunden, was auf eine Resonanzabsorption von Energie im Bereich einer Frequenz in der Größenordnung von 10 hoch 6 Hz hinweist. Diese Erkenntnis stimmt mit dem experimentell bestimmten Frequenzbereich für Wirkungen eines Radiofrequenzfeldes niedriger Intensität auf die Eigenschaften von Gammaglobulin überein, wie er von Bach et al. (9) beschrieben wurde, auch wenn die Autoren darauf nicht hinweisen. So sollte es möglich sein, die beobachteten frequenzabhängigen Änderungen der elektrophoretischen und antigenen Eigenschaften von Gammaglobulin unter dem Einfluß von Radiofrequenzfeldern zu erklären. Die Molekülstruktur wird durch die Aufnahme von Energie über Relaxationsvorgänge (*Anmerkung des Übersetzers: also durch Resonanz des Moleküls oder einzelner Teile des Moleküls mit dem Radiofrequenzfeld*) gestört, was dann zu einer Änderung der Reaktionsfähigkeit einzelner

funktioneller Gruppen des Moleküls führen kann. Eine solche Erklärung stimmt auch mit der Temperaturabhängigkeit der wirksamen Frequenz, wie sie von Bach et al. beobachtet wurde, überein.

Die Teilresonanz einzelner Bereiche großer Moleküle im Mikrowellenbereich hängt eng mit deren molekularer Entspannungszeit zusammen. Bei der Bewertung einer solchen Möglichkeit (die von vielen Autoren in Frage gestellt wird) ist es notwendig, das Verhältnis zwischen der Wellenlänge und der Frequenz der elektromagnetischen Felder in dem betreffenden Medium zu berücksichtigen. (...) Die Wellenlänge hängt indirekt vor allem von der dielektrischen Konstante und der Leitfähigkeit des Materials ab. Übrigens wurde festgestellt, dass einige Systeme, zu denen man auch Ionenströme zählen muß, sehr hohe dielektrische Konstanten haben, die Werte bis (Seite51) zu vielen Tausend annehmen (1). Deshalb können wir annehmen, dass in einem solchen Medium Mikrowellen eine Wellenlänge im Bereich der Größe von Makromolekülen haben können. Wir können aus diesem Grund sogar von der Möglichkeit einer direkten räumlichen Resonanz der Moleküle mit elektromagnetischen Wellen ausgehen, die theoretisch zu mechanischer Deformation oder Beschädigung des Moleküls führen kann (166).

Direkte Schädigung von Molekülen durch Resonanzvorgänge scheint allerdings sehr unwahrscheinlich, da hierzu ein sehr starkes Feld notwendig wäre. Es ist aber möglich, Moleküle durch die Absorption einer Energiemenge anzuregen (195). Eine solche Energiezuführung erhöht das Energiepotential des Moleküls. Eine Rückkehr in den Anfangszustand kann entweder durch die Übertragung der Energie auf ein anderes, nicht angeregtes Molekül erfolgen, was zu einer Verstärkung seiner Bewegung (und damit zu einer Erwärmung) führt. Energieverlust kann auch durch Abstrahlung der Energie bewirkt werden. Oder durch die Beeinflussung der Struktur von bestimmten Teilen des Moleküls. Die letzte Form des Energieverlusts führt zu einer Änderung von zumindest einigen Eigenschaften des Moleküls.

Diese Form der Absorption von nichtionisierenden elektromagnetischen Wellen ist beispielsweise bei Ammoniak bekannt (...) wo es 12 Frequenzen im Bereich zwischen 2 und 4 GHz (Wellenlängen im Bereich von 15 bis 7,5 Zentimeter) gibt, bei denen die Moleküle angeregt werden. Bestrahlung mit Energie führt zu einer Änderung der Tetraederstruktur des NH3 Moleküls. Eine weitere Tatsache muß noch erwähnt werden. Mit elektromagnetischer Strahlung einer Wellenlänge in der Größenordnung von 0,1 mm angeregte Moleküle nehmen viel leichter an einer Reihe von chemischen Reaktionen wie Oxidation, Spaltung und so weiter teil.

Erwähnt wurde bereits die Ausrichtung von dipolaren Molekülen in einem elektrischen Feld als Folge der Anziehung zwischen ungleichen und der Abstoßung zwischen gleichen elektrischen Ladungen. Im Falle größerer dipolarer Moleküle (beispielsweise Proteine) wird bei steigender Frequenz ihre Schwingung in Resonanz mit dem Feld immer schwieriger. Oberhalb einer bestimmten Frequenz kommen sie in einer Zwischenposition, die in erster Linie von der Form des Moleküls und der Verteilung seiner Ladung abhängt, zum Stillstand. Weil aber die Verteilung der Ladung des Dipols nicht an einen bestimmten exakten Ort gebunden ist, bewegt sich diese "Ladungswolke" mit der Frequenz der Schwingung weiterhin um das Molekül herum. Auch das kann zu Veränderungen in der Reaktionsfähigkeit der entsprechenden Molekülzentren führen.

Zur Gruppe der "Resonanz Theorien" gehört auch der interessante Vorschlag, die biologische Wirkung elektromagnetischer Wellen als eine nichtthermische Auswirkung der Zyklotronresonanz von einigen bemerkenswerten unterschiedlichen Molekülen im Organismus anzusehen. (257) Es handelt sich hierbei um eine gemeinsame Wirkung des elektromagnetischen Feldes mit dem Magnetfeld der Erde. Dieses Modell beruht alleine auf Spekulationen ohne irgendeine experimentelle Grundlage zu haben.

Geladene Teilchen (ionischer oder kolloider Natur) bilden an ihrer Oberfläche unter bestimmten Bedingungen eine elektrische Dipollage, die aus entgegengesetzt geladenen Ionen besteht. Von außen betrachtet (Seite 52) wird das Teilchen dadurch elektrisch neutral (Bild 20a). Im elektrischen Feld erhält man dann einen Kern (das ist das ursprüngliche geladene Teilchen) und die Dipollage, die beide mit einer bestimmten Kraft in unterschiedliche Richtungen gezogen werden, so dass dadurch ein Dipol entsteht, der sich von Anfang an entlang der Kraftlinien des Feldes orientiert. (Bild 20b) Es ist allgemein bekannt, dass die Deutlichkeit dieser Trennung der beiden Ladungen von der Stärke des Feldes abhängt. Wenn solcherart ausgerichtete Dipole zufällig aufeinandertreffen, ziehen sich deren unterschiedlich geladene Enden gegenseitig an, was zu einer Verbindung der Teilchen führt. (Bild 20c). Diese Erscheinung, die bei Kolloiden schon lange bekannt ist (131, 177), hat in der letzten Zeit wieder sehr an Interesse gewonnen (257, 268), und zwar genau wegen (Seite 53) der

Wirkungen von Radiofrequenzfeldern auf den Organismus. Es scheint, dass es möglich sein könnte, die in letzter Zeit entdeckten, durch hochfrequente elektromagnetische Felder hervorgerufenen genetischen Veränderungen (94), zumindest zum Teil hierdurch zu erklären.

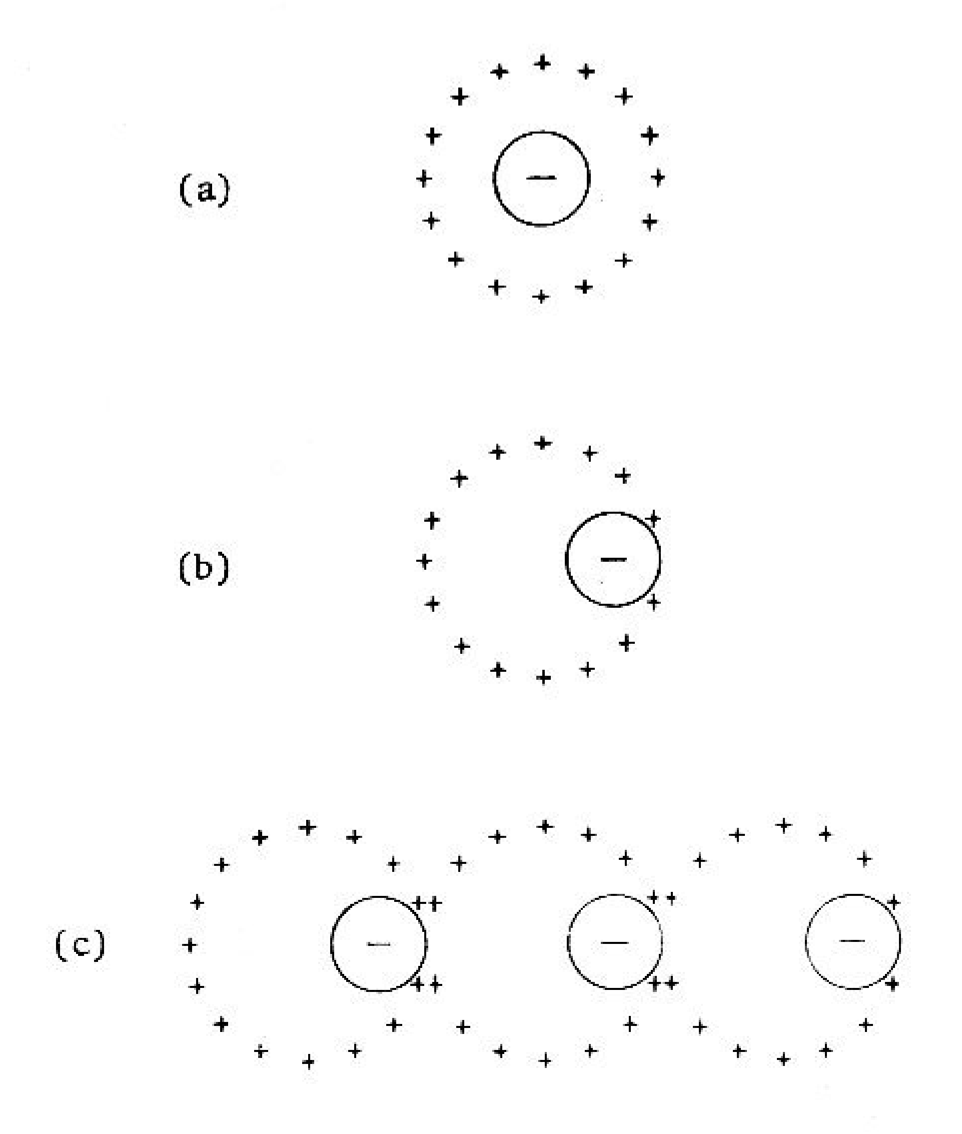


Bild 20

Die Bildung von Perlenketten bei kolloiden (sowie bei größeren) Teilchen könnte, anders als alle vorher vorgeschlagenen Mechanismen, auch bestimmte Wirkungen biologischer Stoffe bei niedrigeren Frequenzen erklären. Die beschriebene Wirkung von Radiofrequenzstrahlung wurde experimentell im Frequenzbereich zwischen 0 MHz und 100 MHz nachgewiesen (257). Eine genaue Untersuchung dieser Erscheinung deutet stark darauf hin, dass nicht nur kolloide Partikel, sondern auch Moleküle sich zu Ketten zusammenschließen können. Das könnte zur Bildung einer Art von Pseudomakromolekülen führen, deren Auftreten eine Änderung der Reaktion des Körpers verursachen würde. Wenn sich beispielsweise Ionen oder Moleküle, die normalerweise durch halb durchlässige Membranen transportiert werden, zu Ketten zusammenschließen, kann sich dieser Transport bei länger werdenden Ketten verlangsamen oder sogar vollständig verhindert werden. Von Außen betrachtet würde sich diese Wirkung als eine Änderung in der Durchlässigkeit der Membran zeigen, wie man aus einigen Berichten schließen kann (280).

Aber die Durchlässigkeit einer Membran kann sich auch unter dem Einfluß eines Radiofrequenzfeldes ändern, und zwar als Folge einer Änderung der Polarisation, die, wie wir später sehen werden, auch alleine durch elektrische Vorgänge verursacht werden kann. Alle bisher vorgeschlagenen Theorien haben bestimmte Mängel. Sie können unter anderem keine wechselnden Wirkungen wie zum Beispiel die Änderung der Empfindlichkeit der Nervenzellen erklären, die manchmal gesteigert wird, während

sie sich ein anderes Mal verringert. Ähnliche Phänomene können auch durch eine Änderung in der elektrischen Charakteristik von Nervenzellen erklärt werden (152, 153). Viele Bereiche des Organismus können aufgrund ihrer elektrischen Eigenschaft zu den Halbleitern gezählt werden (66, 202), deren Widerstand von der Richtung des fließenden Stromes abhängig sein kann. In diesem Zusammenhang ist die wichtigste Eigenschaft der Halbleiter ihr asymmetrisches nichtlineares Verhältnis zwischen Spannung (Volt) und Strom (Ampere). In Bild 21 wird der Strom als eine Funktion der Spannung dargestellt.

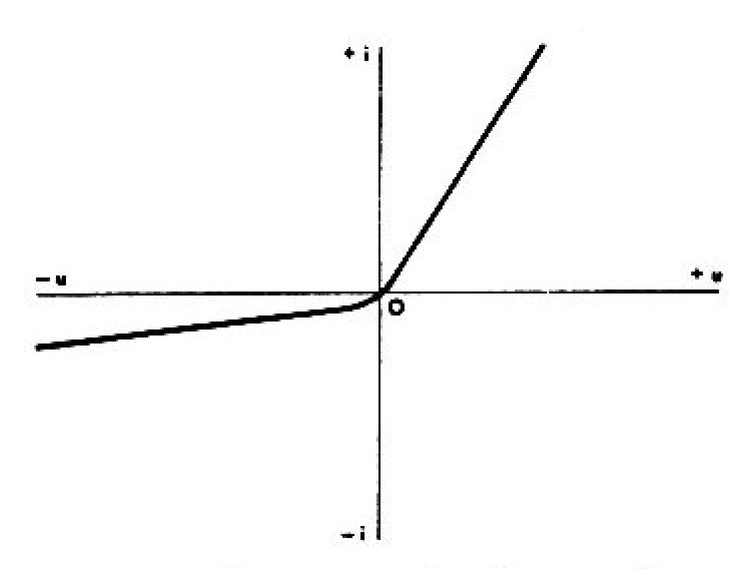


Fig. 21.--Typical case of asymmetrically nonlinear volt-ampere characteristic.

(Seite 54) In einigen Fällen kommt es, in einem bestimmten Bereich der Spannungs-Strom-Charakteristik, bei einer Zunahme des Stromes nicht zu einer Zunahme der Spannung, sondern statt dessen zu einer Abnahme. Solche Bereiche werden Gebiete mit negativem Widerstand genannt (der Bereich A in Bild 22).

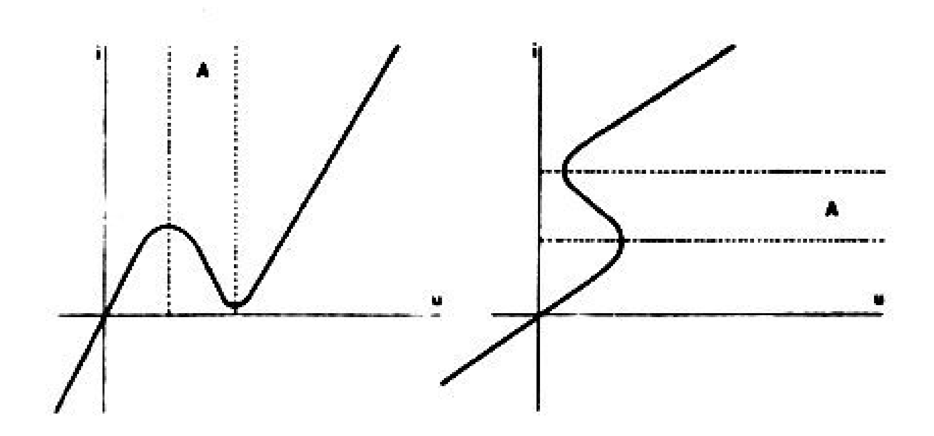


Fig. 22.--Volt-ampere characteristic with a region of negative resistance (A).

Eine gemeinsame Eigenschaft aller Systeme mit einer asymmetrischen nichtlinearen Eigenschaft besteht darin, daß, wenn ein Wechselstromsignal angelegt wird, dieses asymmetrisch beeinflusst wird, so daß sich eine Gleichspannung ergibt. Es findet eine Gleichrichtung des Wechselstromsignals statt. Alle Halbleiter haben diese Eigenschaft. In letzter Zeit hat man herausgefunden, daß eine große Zahl von organischen Stoffen Halbleitereigenschaften haben (109). Viel von ihnen sind im Körper

vorhanden (zum Beispiel Hämoglobin, Desoxyribonukleinsäure und so weiter). Außerdem wurde festgestellt, daß Nervenfasern und viele andere Zellen sich wie nichtlineare Elemente verhalten (32, 84, 85) und gelegentlich sogar Bereiche negativen Widerstands haben (146). Bei einem bestimmten Wert des Aktionspotentials (dem so genannten Arbeitspunkt) und einer bestimmten Amplitude eines Wechselstromsignals kann es zu einer asymmetrischen Beeinflussung kommen.

Die biologisch relevante Halbleitersysteme können in drei Gruppen unterteilt werden:
a) direkte, also mit Elektronenfluß
b) indirekte, also mit Ionenfluß und
c) gemischte

Zu den direkten Halbleitern zählen die Systeme in denen das nichtlineare Element ein Molekül oder eine Gruppe gleicher Moleküle (Polymer) ist. In einem solchen Halbleiter verläuft die Leitfähigkeit nichtlinear. Ein solcher Halbleiter ist (entweder für sich alleine oder durch Dotierung mit Ladungsträgern) genau deshalb ein asymmetrisches nichtlineares Element, weil sein Widerstand in einem bestimmten Bereich des angelegten Potentials von der Richtung des fließenden Stroms abhängt. Zu dieser Gruppe gehören alle organischen Halbleiter deren Halbleitercharakteristik auf molekularer Ebene, vor allem durch die Pi Elektronen entsteht. Die Leitfähigkeit in diesen Halbleitern beruht auf dem Elektronenfluß.

Aber es gibt noch eine weitere Gruppe nichtlinearer Elemente, in denen Ionenfluß vorherrscht. Wenn ein solches System ein polarisierbares Element enthält, führt ein Gleichstrom (also eine organisierte Bewegung der Ionen) zu einem Polarisationspotential das die Spannungs-Strom-Charakteristik des Systems beeinflusst. Im Falle einer Zelle verhält sich deren Membran als polarisiertes Element. Wenn das System Lösung-Membran-Lösung selber kein Ladungsträger ist, hat es (unter der Annahme, daß beide Lösungen die gleiche Zusammensetzung haben und die Struktur der Membran symmetrisch ist) die in ihrem Verlauf am stärksten von der Linearität abweichende symmetrische Spannungs-Strom-Charakteristik. Wenn das System außerdem eine Potentialquelle enthält (wie beispielsweise die strukturelle Polarisation der Membran oder eine ungleiche Konzentration von Ionen auf den beiden Seiten der Membran), verschiebt sich der Arbeitspunkt so, daß die Symmetrie der Spannungs-Strom-Charakteristik gestört wird. Dadurch entsteht ein asymmetrisch nichtlinearer Schaltkreis mit Gleichrichtereigenschaften und einer Charakteristik die der von Halbleitern gleicht.

Wie wir bereits gesehen haben, beeinflussen asymmetrische nichtlineare Schaltkreise ein Wechselstromsignal so, daß eine Gleichstromkomponente entsteht; es findet also eine Gleichrichtung statt. In direkten Halbleitern wird der Gleichrichtereffekt durch eine von der Richtung des Stroms abhängige Leitfähigkeit hervorgerufen, während er in indirekten Gleichrichtern durch das Polarisationspotential des Systems verursacht wird. In diesem Fall kann man sich die Änderung als eine Zunahme (oder Abnahme) des Potentials des Systems um den momentanen Betrag des Wechselstromsignals vorstellen (Zunahme oder Abnahme in Abhängigkeit von der Polarität der Halbwelle). Die nicht vorhandene Symmetrie verursacht einen Gleichstrom mit einem positiven oder negativen Vorzeichen, der das Polarisationspotential der Membran ändert. In der Praxis können diese beiden Mechanismen kombiniert auftreten, so daß sich die Gruppe der gemischten Halbleiter ergibt. Wir wissen daß lebende Zellen im Normalzustand eine elektrische Ladung tragen. Unter dem Einfluß dieser Ladung ist die Anordnung von Ionen oder amphoteren Stoffen wie Proteinen innerhalb der Zelle oder in der unmittelbaren Nähe der Außenseite der Zellmembran nicht zufällig.

Wenn sich das Potential einer Zelle ändert, ändert sich folglich auch die Mikrostruktur dieser Zelle. Die Zelle befindet sich nicht mehr in ihrem physiologischen Zustand, was sich wahrscheinlich in ihrer Charakteristik niederschlägt. Wenn es sich bei dieser Zelle um eine an der Steuerung beteiligte Zelle (Nervenzelle) handelt, können auch die Aktivitäten von anderen Zellen im Körper beeinflusst werden. Je größer die Änderung der Charakteristik der Zelle von ihrem Normalzustand ist, desto ausgeprägter ist die Änderung des Gleichgewichts und um so größer ist die Wirkung auf den Zustand und das Verhalten des Organismus. Allerdings ist die Auswirkung des absoluten Wertes der Potentialänderung auf das Verhalten der Zelle im großen Maße abhängig von der Lage des Arbeitspunktes. Das ist ganz besonders im Fall von Steuerungszellen (Nervenzellen) offensichtlich.

Vereinfacht können wir sagen, daß der Organismus als ganzes, ebenso wie (Seite 56) jede Zelle, die Fähigkeit hat sein Gleichgewicht unter äußeren und inneren Einflüssen bis zu einem bestimmten Grad aufrechtzuerhalten. Allerdings ist diese Fähigkeit zum einen Teil durch den Faktor Zeit begrenzt, was heißt daß der Organismus sich nur für eine begrenzte Zeit verteidigen kann, sowie zum anderen Teil

durch die Stärke der Änderung des Gleichgewichts. Der Faktor Zeit ist umgekehrt proportional zur Stärke. Das heißt, je stärker die Störung des Gleichgewichts ist, desto kürzer ist die Zeit die der Organismus diese Abweichung vom Normalzustand ausgleichen kann. Es muß auch erwähnt werden, daß dieses Verhältnis zwischen der Zeit und der Stärke nicht linear ist.

Selbst relativ kleine funktionale Einheiten des Organismus bestehen aus einer Vielzahl von Zellen, für die wir qualitativ verschiedene elektrische Charakteristika annehmen können. Deshalb kann die sich ergebende Spannungs-Strom-Charakteristik einer solchen Zelleinheit eine Form haben, die, abhängig von der Stärke des anliegenden Wechselstromsignals, unterschiedliche Änderungen (sogar im Vorzeichen) des Potentials verursacht. Eine ausführlichere Beschreibung dieses Gebietes würde den Rahmen dieses Buches sprengen und der interessierte Leser wird auf die Literatur verwiesen (153).

Auf der Basis all dieser genannten Konzepte kann die Wirkung von Hochfrequenzfeldern auf den Körper in Form einer Änderung in der Anordnung einer Anzahl von Molekülen innerhalb und außerhalb der Zelle stattfinden, wodurch die Wanderung von Molekülen durch die Zellmembran beeinflusst werden kann. Wie durch Versuche bestätigt wurde kommt es nicht zur Spaltung von Molekülen, so daß keine neuen, dem Körper fremde Stoffe entstehen.

Übereinstimmend mit diesen Ergebnissen ist die bekannte Umkehrbarkeit von Anzeichen der Schädigung (Natürlich nur bis zu einem bestimmten Grad, nämlich solange nicht der Körper oder zumindest Teile des Körpers zerstört wurden). Da das Kreislauf- und das Nervensystem die Teile des Körpers mit dem geringsten Widerstand sind, ist der Radiofrequenzstrom (der durch Induktion und Weiterleitung verursacht wird) entlang dieser Wege am stärksten. Es ist auch notwendig, die größte Wahrscheinlichkeit für mögliche Änderungen in Geweben anzunehmen, deren Zellen der größten asymmetrischen Störung unterliegen und die empfindlich für Änderungen des Normalzustandes sind. Es ist wahrscheinlich, daß dieses besonders auf die Zellen des Nervensystems zutrifft. Der bereits beschriebene Mechanismus kann die Charakteristik und damit das Verhalten einer Zelle ändern, und wenn es sich bei dieser Zelle um eine Kontrollzelle handelt, werden diese Änderungen auf die kontrollierten Organe übertragen. Bis jetzt gibt es keine Berichte deren Ergebnisse so interpretiert werden können, daß sie dieser Hypothese widersprechen. Im Gegenteil ergeben sich aus vielen Veröffentlichungen Daten, die diese Annahmen direkt und indirekt bestätigen.

So fand Rejzin (142) beispielsweise, daß ein Radiofrequenzfeld sogar den außerhalb des bestrahlten Gebietes befindlichen Teil eines neuromuskulären Präparates beeinflusst. Diese Wirkung schreibt er der sogenannten "Felddiffusion" durch das Gewebe zu, was nichts anderes ist als die Weiterleitung. Es wurde vor kurzem damit begonnen, elektromagnetische Selbstinduktion entlang leitender Wege im Organismus zu verwenden um den Blutfluß zu messen (271). Induktion und Weiterleitung können in einem einfachen Versuch vorgeführt werden, bei dem der Kopf einer Ratte in das Feld eines Radiofrequenzgenerators gebracht wird. Das Feld ist gerade stark genug (bei einer Frequenz von zum Beispiel 1 MHz) um eine (Seite 57) Glimmlampe zum Leuchten zu bringen. Die Längsachse des Körpers des Tieres wird in der Richtung der Ausbreitung des Feldes angeordnet, so daß sich der Schwanz in einem Feld befindet, das zu schwach ist, die Glimmlampe zum Leuchten zu bringen. Trotzdem reicht die Weiterleitung aus, die Glimmlampe zum Leuchten zu bringen, wenn sie sich an der Spitze des Schwanzes befindet.

Nach Tarusov kann beispielsweise die Theorie der Halbleitereigenschaft einer Zelle auf der Grundlage ihrer Leitfähigkeit im Ruhezustand belegt werden (254). Diese Veröffentlichung ist auch in Übereinstimmung mit dem Forschungsergebnis daß der Wärmekoeffizient des elektrischen Widerstandes von Gewebe immer negativ ist, was wiederum auch eine der charakteristischen Eigenschaften von Halbleitern ist. Unter dem Einfluß eines Radiofrequenzfeldes verstärkt sich die kathodische Anregung eines neuromuskulären Präparates, während sich die anodische Anregung verringert. Dieses Ergebnis deutet auf eine Änderung in der Ladung der Zelle im Radiofrequenzfeld in Übereinstimmung mit den oben beschriebenen Konzepten hin. Sogar die Änderung der Ladung in einem solchen Feld wurde erfolgreich gemessen. In Übereinstimmung mit den oben genannten Versuchen verursacht ein Radiofrequenzfeld die elektrische Negativität eines Nerven (142). Diese Forschungsergebnisse waren offensichtlich in Vergessenheit geraten, da erst neuerdings Vorschläge gemacht wurden, daß ein Organismus oder einzelne Teile desselben wie ein Detektor für elektromagnetische Wellen funktionieren könnte (202, 279). Zuletzt haben Messungen die tatsächlichen Spannungs-Strom-Charakteristiken von lebenden Zellen ergeben (178), die so verlaufen wie die Charakteristiken von klassischen Halbleitern: Sie sind asymmetrisch nichtlinear, oft mit einem Bereich negativen Widerstands.

Erwähnt werden muß auch die Folge einiger Konsequenzen, die sich aus den vorgeschlagenen Theorien für den Mechanismus der biologischen Wirkung eines Radiofrequenzfeldes ergeben. Wir haben gesagt, daß eine Änderung in der Ladung einer Nervenzelle von großer Bedeutung für den ganzen Organismus ist, denn eine Änderung in ihrem physiologischen Zustand verursacht auch eine Änderung in ihren Kontrollfunktionen. Die Wirkung des Radiofrequenzfeldes auf den Organismus muß deshalb vom Zustand des Zentralen Nervensystems abhängen, wie vor längerer Zeit herausgestellt wurde (142, 208). Der Grenzwert der Radiofrequenzstrahlung für die Stimulierung und für die Hemmung des Zentralen Nervensystems ist unterschiedlich hoch. Versuche, in denen Ratten ein Mittel zur psychischen Dämpfung gegeben wurde, belegen genau diesen Punkt. Die Stärke des Radiofrequenzfeldes die benötigt wurde, um die mit dem Mittel behandelten Tiere zu töten, war deutlich geringer.

Andererseits wurde gefunden, daß die Stärke des Radiofrequenzfeldes, die benötigt wurde um den gleichen Schaden zu verursachen, viel größer ist, wenn das Tier unter Narkose ist. Die Wirkung eines solchen Stoffes, egal ob er das Zentrale Nervensystem nun stimuliert oder hemmt, kann man sich als eine Verschiebung des Arbeitspunktes der Zellcharakteristik vorstellen beziehungsweise als eine Änderung in der Möglichkeit Kontrollsignale in den Körper zu senden. In sehr ähnlicher Weise kann man sich vorstellen, daß auch alle anderen Faktoren die die Eigenschaften des zellulären Regulationssystems beeinflussen, nicht nur die Wirkung von elektromagnetischen Wellen schwächen oder verstärken, sondern auch direkt die Möglichkeit der Zelle zu funktionieren beeinflussen können. Ein solcher Faktor, der gemeinsam mit anderen wirkt, kann entweder in Form der Wirkung (Seite 58) einer bestimmten chemischen Substanz, eines physikalischen Einflusses oder auch von Veränderungen, die durch nachteilige Einwirkungen von psychischen Einflüssen auf den Körper entstehen, vorliegen.

Hier ist ein Vergleich von bestimmten krebserregenden Stoffen im Hinblick auf ihre Struktur angebracht. Alle diese Substanzen haben Pi Elektronen in ihren Molekülen, die eng mit den Halbleitereigenschaften eines Moleküles zusammenhängen (54). Daraus ergibt sich nun die Frage, ob es gerade diese Halbleitereigenschaften dieser Substanzen sind, die eine wichtige Rolle in ihrer krebserregenden Wirkung spielen, und ob diese krebserregende Wirkung durch die Gegenwart elektromagnetischer Felder ausgelöst wird oder daß diese elektromagnetischen Felder sogar eine Bedingung für die Auslösung von Krebs sind.

Nichtlineare Elemente können auch die detektion (*Anmerkung des Übersetzers: Gleichrichtung*) eines modulierten Signals hervorrufen, so daß die niederfrequente Komponente erscheint. Wir können dadurch die Beobachtung von Frey erklären, der über die Fähigkeit von Personen (auch von Tauben!) berichtet, einen pulsmodulierte Sender zu hören.

Die interessantesten (und aus biologischer Sicht wichtigsten) Schlüsse kann man aus den Fällen ziehen, in denen die Spannungs-Strom-Charakteristiken von Zellen einen Bereich negativen Widerstandes haben. Bei einer bestimmten Position des Arbeitspunktes (im physiologischen Zustand) in der Nähe der Spitze der Kurve der Spannungs-Strom-Charakteristik(siehe Bild 22) verursacht eine elektrische Anregung mit der richtigen Amplitude und Richtung des Stromes eine plötzliche Änderung des Arbeitspunktes, so daß die Zelle selbst nach dem Ende der Anregung nicht in den ursprünglichen Zustand zurückkehren kann, sondern zu einem bestimmten Grad "angeregt" bleibt. Mit anderen Worten können wir aus einer solchen charakteristischen Kurve voraussagen, daß wir bei einer ständigen Erhöhung der Amplitude der Stimulation, beginnend mit dem Wert null, einen bestimmten Grenzwert für die daraus resultierende Wirkung finden werden. Wenn wir die Stimulation, beginnend mit einer großen Amplitude, verringern, wird die Wirkung ab einem anderen, im allgemeinen kleineren Grenzwert ausleiben.

Presman hat eine Hypothese veröffentlicht (203) nach der bestimmte Vorgänge im lebenden Organismus auf allen seinen Stufen (von der molekularen bis zur systemischen) durch innere und äußere elektromagnetische Felder ausgelöst werden. Elektrische Felder sind zweifellos ein wichtiger Bestandteil in der Steuerung von physiologischen Vorgängen der Organismen, wie Bassett (13) vor kurzem für das Knochenwachstum gezeigt hat. Natürlich sind diese Phänomene nicht so einfach wie sie dargestellt werden. Außerdem darf man nicht vergessen, daß diese Ideen überwiegend spekulativer Natur sind. Das sollte aber nicht von ihrer Bedeutung ablenken, da sie für weitere Forschungen sehr nützlich sind. Eine ausführlichere Betrachtung dieser interessanten Fragen würde über das Ziel dieses Buches hinausführen.

Electromagnetic Fields and the Life Environment. Marha, Karel; Musil, Jan; Tuhá, Hana, San Francisco 1971 (p.29-38)

4 Biological Effects Of Electromagnetic Waves And Their Mechanism

4.1 Effect on the human organism and on other vertebrates

4.4. Mechanism of effects

References

1 Abahazi, R: A new method for measurement of dielectric constant in materials with high conductivity, in Acta Imeko (5), *Transactions of the Second International Conference for Measurement Technology and Instrument Design*, Budapest, 1961; p. 334 (In German.)

2 Amar, L., M. Bruma, and P. Desvignes: Detection of elastic (ultrasonic) waves in the occipital bone induced by laser impulses on the eye of a rabbit, *C.r.acad.sci.* 259: 3653-3655, 1964. (In French.)

5 Aronova, S.B.: On the problem of the mechanism of the action of a pulsed uhf field on arterial pressure. *Vopr. Kurort.* 3: 243-246, 1961 (in Russian)

6 Assman, D.: *Die Wetterfühligkeit des Menschen* (Sensitivity of Man to Weather), Jena, 1955; p. 182. (In German.)

7 Auerswald, W.: Temperature topographic studies of the problem of the effect of short waves passing through the midbrain, Wien. *Z. Nervenheilkunde* 4: 273-281, 1952 (In German.)

8 Ayres, F.W., and H. McIlwain: Techniques in tisue metabolism: 2. Application of electrical impulses to separated tissues in aqueous media, *Biochem. J.* 55: 607-617, 1953.

9 Bach, S.A., A.F. Luzzic, and A.S. Bronnell: Effects of rf energy on human gamma globulin, *J. Med. Electronics* 9-14, Sep. - Nov. 1961.

11 Baronenko, V.A., and K.F. Timofeyeva: The effect of rf and uhf electric fields on conditioned-reflex activity and on several nonconditioned functions in animals and man, *Fiziol. zh.* 45: 203-207, 1959. (In Russian.)

12 Barron, C.I., and A.A. Baraff: Medical considerations of exposure to microwaves (radar), *J. Amer. Med. Assn.* 168: 1194-1199, 1958.

13 Bassett, C., and L. Andrew: Electrical effects in bone, *Scientific American* 213 (No. 4): 18-25, 1965

14 Belova, S.E., and Z.V. Gordon: The effect of centimeter waves on the eye, *Bull. Exp. Biol. Med.* 4:43-46, 1956. (In Russian.)

15 Benetato, G., and E. Dumitresku-Papachadzhi: Changes in the fibrinolytic activity of blood plasma under the influence of uhf radiation in the hypothalamic region in various age groups, *Rev. roumaine fiziol.* 1: 125-133, 1964. (In Russian.)

17 Boiteau, H.: The biological effects of radar waves, *Rev. corps de santé des armées* 1 : 637-652, 1960. (In French.)

18 Botani, B., A. Franciosi, and R. Lorenzini: Biochemical effects of adrenal short-wave therapy of patients with bronchial asthma, *Boll. Soc. med. chir. Modena* 53: 11-14, 1953.

19 Bovill, C.B.: Are radar radiations dangerous? A survey of the possible hazards,*Brit. Comm. And Electronics* 5: 363-365, 1960

20 Boysen, F.E.: Hyperthermic and pathologic effects of electromagnetic radiation (350 Mc), *Arch. Ind. Hyg. Occup. Med.* 7:516-525, 1953

21 Boysen, F.E.: USAF experience with microwave exposure, *J. Occup. Med.* 4: 192-194, 1962.

22 Bratkovskiy, R.E.: On the effect of a uhf electric field on the oxidation processes of nitrogen exchanges in man, *Fizioterapiya* 3: 53-58, 1938 (In Russian.)

24 Braun, H., and G. Thom: Microwave studies on experimental animals, *Strahlentherapie* 99: 617-623, 1956 (In German.)

26 Carpenter, R. L., D.K. Biddle, and G.A. Van Ummersen: Opacities in the lens of the eye experimentally induced by exposure to microwave radiation, *Trans. IRE* ME-7: 152-157, 1960

27 Clark, F.W.: Effects of intense microwave radiation on living organisms, *Proc. IRE* 38: 1028-1032, 1950

28 Cleary, S.F., and B.S. Pasternock: Lenticular changes in microwave workers, *Arch. Environ. Health* 12: 23-29, 1966

29 Cleary, S.F., and B.S. Pasternock: Cataract incidence in radar workers, *Arch. Environ. Health* 11: 179-182, 1965

30 Cocozza, G., A. Blasio, and B. Nunziata: Remarks on short-wave embryopathy, *Pediatria rivista d´igiene med. e chir. dell´infanzia* 68 (No. 1): 7-23, 1960 (In Italian.)

31 Cogan, D.G., S.F. Fricker, and M. Lubin: Cataracts and ultrahigh-frequency radiation, *Arch. Industr. Health* 18: 299-302, 1958

32 Cole, K.S.: Rectification and inductance in the squid giant axon, *J. Gen. Physiol.* 25: 29-51, 1941-42.

33 Compère, A.: Changes in blood composition during short-wave treatment, *C.r. séances soc. biol. Filiales associées* 120: 237-240, 1935. (In French.)

34 Cook, H.F. : A physical investigation of heat productionin human tissues when exposed to microwaves, *Brit. J. Appl. Physics* 3: 1-6, 1952

35 Czerski, P., J. Hornowski, and J. Szewczykowski: A case of microwave disease, *Med. pracy* 15: 251-253, 1964. (In Polish.)

36 Daily, L.E.: A clinical study of the results of exposure of laboratory personnel to radar and high-frequency radio, *U.S. Navy Med. Bull.* 41: 1052-1065, 1943.

39 Danilevskiy, B., and A. Vorobev: On the long-range effect of electrical high-frequency currents on the nerves, *Pflügers Arch. Ges. Physiol.* 236: 440-451, 1935. (In German.)

40 Deichmann, W.B., F.H. Stephens, and J.M. Keplinger: Acute effects of microwave radiation on experimental animals (24000 Mc), *J. Occup. Med.* 1: 369-381, 1959

41 Deichmann, W.B., and F.H. Stephens: Microwave radiation of 10 mW/cm^2 and factors that influence biological effects at various power densities, *Industr. Med. Surg.* 30: 221-228, 1961

42 Deichmann, W.B.: Effects of microwave radiation on the haematopoetic system of the rat, *Toxic. Appl. Pharmacol.* 6: 71-77, 1964

43 Desvignes, P., L. Amar, and M. Bruma: On the generation of ultrasonic waves and formation of blister on the lens of a human eye by laser radiation, *C. r. acad. sci.* 259: 1588-1591, 1964. (In French.)

46 Drogichina, E.A., M.N. Sadchikova, and D.A. Ginzburg: Some clinical phenomena associated with the chronic action of centimeter waves, *Gigiyena truda* 1: 28-34, 1962. (In Russian.)

47 Drogichina, E.A., and M.N. Sadchikova: Clinical syndroms associated with with the action of various radio-frequency wavelengths, *Gigiyena truda* 9: 17-21, 1965. (In Russian.)

49 Dulberger, L.H.: How dangerous are lasers? *Electronics* 35 (No. 4): 27, 26 January 1962.

50 Düll, B.T.: Cosmic and physical disturbance of the ionosphere and biosphere, *Bioklimatische Beiblätter* 6: 65-76 and 121-134, 1939. (In German.)

51 Düll, B.T.: Wetter und Gesundheit (Weather and Health), Jena, 1941; p. 100. (In German.)

53 Edelwejn, Z., and S. Haduch: Electroencephalographic studies on subjects working within the reach of microwaves, *Acta physiol. pol.* 13: 431-435, 1962

54 Eley, D.D.: Organic semiconductors, *Research* 12: 293-299, 1959.

56 Engel, J.P.: Effects of microwaves on bone, bone marrow, and adjacent tissues, *Arch Phys. Med.* 31: 453-461, 1950

60 Everdingen, W.A.G. van: On the alteration of molecular structure by irradiation with 16- and 10-cm radio waves (1875 and 3000 MHz): Part 3. Liver metabolism and the problem of cancer, *Rev. belg. sci. med.* 5: 279-283, 1946. (In French.)

61 Figar, S.: The influence of a strong electromagnetic field on vasomotor activity, *Cs. Fisiol.* 12: 316, 1963 (In Czech.)

62 Fine, S., E. Klein, and R. Scott: Laser irradiation of biological systems, *IEEE Spectrum* 1(No. 4): 81-86 and 91-95, April 1964

63 Fleming, H.: Effects of high-frequency fields on micro-organisms, *Electrical Engineering* 63: 18-21, 1944

64 Formánek, J., R. Fischer, and D. Frantíková: *Zdravotnické proplémy práce ve vf poli, zejména na vysílacích stanicích* (Health Problems of Working in the Rf Field, Especially Near Transmitters), Prague, 1961; p. 54, Fig. 11. (In Czech.)

66 Frank-Kamenetskij, D.A.: Plasma phenomena in semiconductors and the biological action of radio waves, *C.r. acad. sci. URSS* 136: 476-478, 1961. (In Russian.)

69 Franke, V.A.: Problems of safety when working with rf an uhf installations in industry, in *Vysokochastotniye elektromicheskiye ustanovki* (High-Frequency Electrothermal Apparatus), Leningrad, 1961; pp. 138-144 (In Russian.)

73 Füredi, A.A., and I. Ohad: Effects of high frequency electric fields on the living cell: 1. Behaviour of human erythrocytes in high frequency electric fields and its relation to their age, *Biochim. Biophysica acta* 79: 1-8, 1964.

76 Goncharova, N.N.: *Gigiyena truda pri rabote na vysokochastotnykh ustanovkakh* (Hygiene of Work with High-Frequency Apparatus), Kharkov, 1961; p. 13. (In Russian.)

79 Gorodetskaya, S.F.: On the characteristic of the biological action of 3-cm waves on a living organism, in *Voprosy biofiziki i mekhanizma deystviya ioniziruyushchey radiatsii* (Problems of Biophysics and the Mechanism of Action of Ionizing Radiation), Kiev, 1964; pp. 70-74. (In Russian.)

80 Grishchina, K.F.: Significance of certain methodological conditions in a reaction to the local action of centimeter waves, *Biofizika* 3: 358-362, 1958. (In Russian.)

81 Gruszecki, L.: Influence of microwave radiated by a radar transmitter on the human and animal organism, *Przegl. lek.* 20: 336-338, 1964. (In Polish.)

82 Grzesik, J., F. Kumaszka, and Z. Paradowski: Influence of a medium-frequency electromagnetic field on organ parenchyma and blood proteins in white mice, *Med. pracy* 11: 323-330, 1960. (In Polish.)

83 Gunn, S.A., T.C. Gould, and W.A. Anderson: The effect of microwave radiation on morphology and function of rat testes, *Laboratory Investigation* 10: 301-314, 1961

84 Guttman, R., and K.S. Cole: Electrical rectification in single nerve fibers, *Proc. Soc. Exp. Biol.* (N.Y.) 48: 293-297, 1941.

85 Guttman, R.: Action of potassium and narcotics on rectification in nerve and muscle, *J. Gen. Physiol.* 28: 43-51, 1945.

90 Harvey, A.F.: Industrial, biological, and medical aspects of microwave radiation, *Proc. IEEE* 107: 557-566, 1960

91 Hasche, E.: The action of short waves on tissue, *Naturwissenschaften* 8: 613, 1940

92 Hasik, J., and Z. Mikolajczyk: Retention of sugar, cholesterol, and lipids in the blood of diabetics under the influence of short waves, *Pol. tyg. lek.* 15: 817-820, 1960. (In Polish.)

93 Heald, P.I.: The effects of metabolic inhibitors on respiration and glycolysis in electrically stimulated central-cortex slices, *Biochem. J.* 55: 625-631, 1953

95 Herrick, J.F., and F.H. Krusen: Certain physiologic and pathologic effects of microwaves, *Electronic Engineering* 72: 239-244, 1953

97 Hildebrandt, F.: Histamine in the blood and tissue under the influence of short waves, diathermy, and fango mud packs, *Arch. exp. Path. Pharmak.* 197: 148-160, 1941. (In German.)

98 Hines, H.M., and J.E. Randall: Possible industrial hazards in the use of microwave radiation, *Electronic Engineering* 71: 879-881, 1952

99 Hirsch, F.G., and J.T. Parker: Bilateral lenticular opacities occuring in a technician operating a microwave generator, *AMA Arch. Industr. Health* 6: 512-517, 1952

100 Hirsch, F.G.: The use of biological stimulants in estimating the dose of microwave energy, *IRE Trans.* ME-4: 22-24, 1956.

101 Hoduch, S., S. Baranski, and P. Czerski: Effect of microwave radiations on the human organism, *Acta physiol. pol.* 11: 717-719, 1960.

102 Horten, E.: Effect of short-wave irradiation of the hypophysis midbrain upon the vegetative functions in man, *Klin. Wschr.* 25/26: 392-396, 1947. (In German.)

104 Hubler, W.Z., G.M. Higgins, and J.F. Herrick: Certain endocrine influences governing the leukocytic response to fever, *Blood* 7: 326-336, 1952

105 Hubler, W.Z., G.M. Higgins, and J.F. Herrick: Influence of the pituitary-adrenal axis on the hemogram of febrile white rats, *Arch. Physic. Med.* 33: 391-398, 1952.

106 Hutt, B.K., J. Moore, and P.C. Colonna: Influence of microwave irradiation on bone temperature in dog and man, *Amer. J. Phys. Med.* 31: 422-428, 1952.

107 Hübner, R.: The biological effect of microwaves, *Elektromedizin* 6: 193-209, 1961. (In German.)

109 Hynek, K., and V. Simacek: Organic semiconducting materials, *Sdelovaci technika* 3: 84-87, 1962. (In Czech.)

111 Khazan, G.L., N.N. Goncharova, and V.S. Petrovskiy: Some problems of work safety in working with high-frequency currents, *Gigiyena truda* 1: 9-16, 1958. (In Russian.)

112 Kholodov, J.A.: *Vliyaniye elektromagnitnykh I magnitnykh poley na tsentralnuyu nervnuyu sistemu* (Effect of Electromagnetic and Magnetic Fields on the Central Nervous System), Moscow, 1966; p. 283. (In Russian.)

113 Imig, C.F., F.D. Thomson, and H.M. Himes: Testicular degeneration as a result of microwave irradiation, *Proc. Soc. Exp. Biol.* (N.Y.) 69: 382-386, 1948.

114 Yakimenko, D.I.: Treatment of certain neurotrophic skin diseases with ultraviolet radiation and high-frequency currents in small doses, *Vest. derm. vener.* 35: 33-36, 1961. (In Russian.)

115 Jaski, T., and C. Süsskind, Electromagnetic radiation as a tool in the life sciences, *Science* 133: 443-447, 1961.

116 Jaski, T.: Detecting microwave radiation hazards, *Electronics World* 65 (No. 6): 31-37 and 79, June 1961.

117 Kalant, H.: Physiological hazards of microwave radiation: A survey of published literature, *Canad. Med. Assn. J.* 81: 575-582, 1959.

118 Karbashev, V.L.: The effect of a pulsed ultrahigh-frequency electrical field on processes of biological oxidation under conditions of normal and experimental hypertonicity, *Vopr. kurort. Fisioter.* 22: 37-41, 1957. (In Russian.)

119 Kevorkyan, A.A.: Work with uhf generators from the standpoint of work safety, *Gigiyena i sanitaria* 4: 26-30, 1948. (In Russian.)

121 Kitsovskaya, I.A.: The effect of centimeter waves of various intensities on the blood and hematopoetic organs in white rats, *Gigiyena truda* 8: 14-20, 1964. (In Russian.)

122 Klimková-Deutschová, E.: *Základy prumyslové neurologie* (Fundamentals of Industrial Neurology), Prague, 1956. (In Czech.)

123 Klimková-Deutschová, E.: The effect of radiation on the nervous system, *Arch. Gewerbepath.* 16: 72-85, 1957. (In German.)

124 Klimková-Deutschová, E., Z. Macek, and E. Roth: Electroencephalographic study of neuroses and pseudoneuroses, with particular emphasis on the electroencephalographic signs of reduced vigilance, *Cas. lék. cs.* 98: 1213-1218, 1959. (In Czech.)

126 Knauf, G.M.: Microwave exposure and missile propellants as occupational health problems, *Amer. J. Publ. Health* 50: 364-367, 1960

127 Knudson, A., and P.F. Schaible: Physiological and biochemical changes resulting from exposure to an ultrahigh-frequency field, *Arch. Path.* 11: 728-743, 1931.

131 Krasny-Ergen, W.: Nonthermal effects of electrical oscillations on colloids. *Hochfrequenz. Elektroakustik* 48: 126-133, 1936. (In German.)

132 Krasny-Ergen, W.: Field distribution in the range of very short waves: Spontaneous rotary fields, *Hochfrequenz. Elektroakustik* 49: 195-199, 1937. (In German.)

133 Kratzing, C.C.: Metabolic effects of electrical stimulation of mammalian tissues in vitro, *Biochem. J.* 50: 253-257, 1951.

135 Kulikovskaya, E.L., and J.A. Osipov: Electromagnetic fields in work areas where high-frequency heating is employed, *Gigiyena truda* 6: 3-7, 1960. (In Russian.)

136 Lazarev, P.P.: Theory of the action of short and ultrashort waves, *Klin. med.* 13: 1583-1589, 1935. (In Russian.)

137 Leary, F.: Researching microwave health hazards, *Electronics* 37(No. 8): 49-53, 20 February 1959

138 Lehman, J.F., A.W. Guy, and V.C. Johnson: The comparison of relative heating in tissues by microwaves at frequencies of about 2450 and 900 Mc, *Arch. Phys. Med.* 43: 69-76, 1962.

139 Lehman, J.F.: Modification of heating patterns produced by microwaves at the frequencies of 2456 and 900 Mc by physiologic factors in the human, *Arch. Phys. Med.* 45: 555-563, 1964.

141 Levitina, N.A.: Effect of microwaves on the heart rhythm of the rabbit during irradiation of local areas of the body, *Bull. Eksp. Med.* 58: 67-69, 1964. (In Russian.)

142 Livshits, N.N.: Effect of a uhf field on the function of the nervous system, *Biofizika* 3: 426-437, 1958. (In Russian.)

143 Lubin, M.: Effects of ultrahigh frequency radiation on animals, *Arch. Industr. Health* 21: 555-558, 1960.

145 Mackay, R.S.: Some electrical and radiation hazards in the laboratory, *IRE Trans*. ME-7, 111-113, 1960

146 Mackay, R.S.: What is a nerve? *IRE Trans.* ME-7: 94-97, 1960.

147 Machabeli, M.E., V.A. Khubutiya, and J.J. Chinchaladze: Sanitary and hygienic working conditions and the state of health of workers employed on rf installations, *Gigiyena i sanitaria* 22: 81-83, 1957. (In Russian.)

151 Marha, K.: Some experimental observations of the effects of an rf electromagnetic field *in vivo* and *in vitro*, *Prac. lek.* 15: 238-141, 1963 (In Czech.)

152 Marha, K.: Biological effects of rf electromagnetic waves, *Prac. lek.* 15: 387-393, 1963. (In Czech.)

153 Marha, K.: *Komplexni teorie mechanismu ucinku electromagnetickych poli na organismus* (Complex Theorie of the Mechanism of the Effects of Electromagnetic Fields on the Organism), Final Report of the Institute of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, Prague, 1963. (In Czech.)

154 McIlwain, H.: Glucose level, metabolism and response to electrical impulse in cerebral tissues from man and laboratory animals, *Biochem. J.* 55: 618-624, 1953.

156 Michaelson, S.M., R.A. Thompson, and El-Tamani, M.Y.: The hematologic effects of microwave exposure, *Aerospace Med.* 35: 824-829, 1964.

157 Minecki, L.: State of health of persons exposed to the effects of rf electromagnetic fields, *Med. pracy* 12: 329-335, 1961. (In Polish.)

158 Minecki, L., and R. Bilski: Histopathological changes in the internal organs of mice subjected to the influence of microwaves (S-band), *Med. pracy* 12: 337-344, 1961. (In Polish.)

159 Minecki, L., K. Olubek, and A. Romaniuk: Changes in the activity of conditioned reflexes of rats under the influence of the action of microwaves (S-band): 1. Single exposure to microwaves, *Med. pracy* 13: 255-264, 1962. (In Polish.)

160 Minecki, L.: Effect of an rf electromagnetic field on embryonal development, *Med. pracy* 15: 391-396, 1964. (In Polish.)

161 Minecki, L.: Effect of microwave radiation on the sight organs, *Med. pracy* 15: 307-315, 1964. (In Polish.)

164 Moressi, W.S.: Mortality patterns of mouse sarcoma 180 cells resulting from direct heating and chronic microwave, *Exp. Cel. Res.* 33: 240-253, 1964.

165 Mosinger, M., and G. Bisshop: On the histological reactions following irradiation of intratissular metal pieces by microwaves. *C.r. séances soc. biol. filiales associées* 154 : 1016-1017, 1960. (In French.)

166 Moskalenko, J.E.: Some of the possible biophysical mechanisms for the interaction of the energy of an electromagnetic field with living structures, *Nov. med. techn. Moskva*, pp. 79-88, 1961. (In Russian.)

168 Mucha, V., and P. Macúch: The 19th All-Union Congress of Soviet Hygienists, *Bratislavské lekárske listy* 43: 376-384, 1963. (In Slovak.)

169 Mumford, W.W.: Some technical aspects of microwave radiation hazards, *Proc IRE* 49: 427-447, 1961.

177 Muth, E.: On the phenomenon of chain formation by emulsion particles under the influence of an alternating field, *Kolloid. Z.* 61: 97-102, 1927. (In German.)

178 Müller, P., and O.D. Rudin: Induced excitability in reconstituted cell membrane structure, *J. Theor. Biol.* 4: 268-280, 1963.

180 Novák, J., and V. Cerný: The influence of a pulsed electromagnetic field on the human organism, *Cas. Lék cs.* 496-497, 1963. (In Czech.)

182 Osipov, J.A.: *Gigiyena truda i vliyaniye na robotayushchikh elektromagnitnykh poley radiochastot* (Labor Hygiene and the Influence of Rf Electromagnetic Fields on Workers), Leningrad, 1965; p.220. (In Russian.)

183 Osipov, J.A.: Induction heating of metals by high frequency currents from the health point of view, *Gigiyena i sanitaria* 8: 39-42, 1953. (In Russian.)

184 Osipov, J.A., E.L. Kulikovskaya, and T.V. Kalyada: Irradiation conditions in a uhf electromagnetic field for workers building and testing radio apparatus, *Gigiyena i sanitariya* 27: 100-102, 1962. (In Russian.)

186 Palladin, A.M., F.M. Spasskaya, and R.S. Yakubovich: On the problem of the effect of uhf fields on specific functions in women working with uhf generators, *Akusherstvo I ginekologiya* 38: 69-74, 1962. (In Russian.)

187 Pereira, F.A.: Oscillatory chemical mechanics: Modification of chemical reactions under the influence of waveguide oscillator circuits, *C. r. acad. sci.* 197: 1124-1125, 1933. (In French.)

188 Pereira, F.A.: On the effect of electromagnetic waves on enzyme systems, *Biochem. Z.* 238: 53-58, 1935. (In French.)

190 Piskunova, V.G., M.D. Antonovskaya, and M.D. Truten, Observation of the state of health of workers exposed to the influence of electromagnetic fields of high-frequency currents, *Gigiyena truda* 6: 27-30, 1957. (In Russian.)

193 Prausnitz, S., and C. Süsskind, Effects of chronic microwave irradiation on mice, *IRE Trans.* BME-9: 104-108, 1962.

194 Presman, A.S.: Methods of protection against the action of rf electromagnetic fields under industrial conditions, *Gigiyena I sanitaria* 1: 21-27, 1958. (In Russian.)

195 Presman, A.S., J.I. Kamenskiy, and N.A. Levitina: Biological effects of microwaves, *Usp. sovr. biol.* 51: 82-103, 1961. (In Russian.)

198 Presman, A.S., and N.A. Levitina: Nonthermal action of microwaves on the rhythm of cardiac contractions in animals: 1. Study of the action of continuous microwaves, *Bull. eksp. biol. med.* 18(No. 1): 41-44, 1962. (In Russian.)

199 Presman, A.S., and N.A. Levitina: Nonthermal action of microwaves on the rhythm of cardiac contractions in animals: 2. Studies of the action of pulsed microwaves, *Bull. eksp. biol. med.* 18(No. 2): 39-42, 1962. (In Russian.)

200 Presman, A.S., and N.A. Levitina: Effect of nonthermal microwave radiation on the resistance of animals to gamma radiation, *Radiobiologiya* 2: 170-171, 1962. (In Russian.)

202 Presman, A.S.: Problems of the mechanism of the biological action of microwaves, *Usp. sovr. biol.* 56: 161-179, 1963. (In Russian.)

203 Presman, A.S.: On the role of electromagnetic fields in life processes, *Biofizika* 9: 131-134, 1964. (In Russian.)

205 Presman, A.S.: Effect of microwaves on living organisms and biological structures, *Usp. fiz. nauk.* 86: 263-302, 1965. (In Russian.)

208 Promtova, T.N.: Effect of a uhf continuous electrical field on the higher nervous activity of dogs under normal and pathological conditions, *Zh. vys. nerv. deyatelnosti* 6: 846-854, 1956. (In Russian.)

209 Quan, K.C.: Hazards of microwave radiations: A review, *Ind. Med. Surgery* 29: 315-318, 1960.

213 Richardson, A.W., T.D. Duane, and H.M. Himes: Experimental lenticular opacities produced by microwave irradiations, *Arch. Phys. Med.* 29: 765-769, 1948.

214 Richardson, A.W., C.J. Imig, and B.L. Feucht: The relationship between deep tissue temperature and bloodflow during electromagnetic irradiation. *Arch. Phys. Med.* 31: 19-25, 1950.

215 Richardson, A.W., and T.D. Duane: Experimental cataract produced by three-cm pulsed microwave irradiations, *Arch. Ophtal.* 45: 382-386, 1951.

216 Richardson, A.W.: Effect of microwave induced heating on the blood flow through peripheral skeletal muscle, *Amer. J. Phys. Med.* 33: 103-107, 1954.

217 Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berlureau: Effect of electromagnetic fields on implanted T8 tumors in the rat, *C. r. acad. sci.* 259: 4895-4897, 1964. (In French.)

218 Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berlureau: Effects of electromagnetic fields on a transplantable lymphoblastic lymphosarcoma in the rat, *C. r. acad. sci.* 260: 2099-2102, 1965. (In French.)

219 Rivière, M.R., A. Priore, and F. Berlureau: Regression phenomena observed in an implanted lymphosarcoma in mice exposed to electromagnetic fields, *C. r. acad. sci.* 260: 2639-2643, 1965. (In French.)

220 Roberts, J.E., and H.F. Cook: Microwaves in medical and biological research, *Brit. J. Appl. Phys.* 3: 33-40, 1952.

222 Rubin, A., and W.J. Erdman: Microwave exposure to the human female pelvis during early pregnancy and prior to conception, *Amer. J. Phys. Med.* 38: 219-220, 1959.

223 Sacchitelli, F., and G. Sacchitelli: On the analgesic effect of radar microwaves on caisson disease, *Minerva fizioterap.* 5: 201-203, 1960. (In Italian.)

224 Sacchitelli, F.: On protection of personnel exposed to radar microwaves, *Folia medica* 43: 1219-1229, 1960. (In Italian.)

225 Sadichkova, M.N., and A.A. Orlova: A clinic for chronic treatment with electromagnetic centimeter waves, *Gigiyena truda* 6: 16-22, 1958. (In Russian.)

227 Salisbury, W.W., J.W. Clark, and H.M. Hines: Exposure to microwaves, *Electronics* 22: 66-67, 1949.

228 Schliephake, E.: *Kurzwellentherapie* (Short-Wave Therapy), Stuttgart, 1952; p. 253. (In German.)

229 Schliephake, E.: Endocrine influence on bleeding and coagulation time, *Zbl. Chir.* 85: 1063-1066, 1960. (In German.)

235 Schwan, H.P.: Impedance measuring techniques in biophysics, *IRE Trans.* I-4: 75-83, 1955

240 Schwan, H.P., and Kam Li: The mechanism of absorption of ultra-high-frequency electromagnetic energy in tissues; *IRE Trans.* ME-4: 45-49, 1956

245 Smurova, J.I., I.Z. Rogovaya, and S.A. Troyitskiy: Problems of hygiene and health of workers in areas where high-frequency currents are used, *Gigiyena truda* 5: 22-28, 1962. (In Russian.)

246 Smurova, J.I.: Problems of hygiene and health of workers using vacuum-tube generators operating at frequencies of 60-90 kHz, *Gigiyena i sanitaria* 12: 27-30, 1964. (In Russian.)

248 Sercl, M.: On the effect of electromagnetic centimeter waves on the human nervous system (radar), *Z. ges. Hyg.* 7: 897-907, 1961. (In German.)

250 Spála, M.: Dosimetry of thermogenic effects on an rf field and ist tolerable dose in the rabbit, *Sbornîk lékarský* 63: 349-370, 1961. (In Czech.)

251 Spála, M., O. Riedel, and J. Kácl: Effect of the rf field on the metabolism of bone tissue in the rabbit: Incorporation of ostheotropic radioisotopes, *Cas. lék. cs.* 101: 791-795, 1962.

252 Takata, M., and T. Murasugi: Disturbance of the flocculation index in healthy human blood serum: Cosmo-terrestrial sympathy, *Bioklimatische Beiblätter* 8: 17-26, 1941. (In German.)

254 Tarusov, B.N.: *Osnovy biofiziki i biofizicheskoy khimii* (Fundamentals of Biophysics and Biophysical Chemistry), Moscow, 1960; p. 221. (In Russian.)

256 Tebrock, H.E., and W.N. Young: Laser-medical and industrial hygiene controls, *J. Occup. Med.* 5: 564-567, 1963.

257 Teixeira-Pinto, A.A.: The behavior of unicellular organisms in an electromagnetic field, *Exp. Cell. Res.* 20: 548-564, 1960.

259 Tolgskaya, M.S.: Morphological changes in animals under the influence of 10-cm waves. *Vopr. kurort.* 1: 21-24, 1959. (In Russian.)

262 Ulrich, L., and J. Ferin: The effect of working in high-power transmitting stations upon certain functions in the organism, *Prac. lék.* 11: 500-503, 1959. (In Czech.)

264 Volfovskaya, P.H., J.A. Osipov, and T.B. Kolaba: On the problem of the combined action of an rf field and X radiation under production conditions, *Gigiyena i sanitariya* 26: 18-23, 1961. (In Russian.)

268 Wildervanck, A., and K.G. Wakim: Certain experimental observations on a pulsed diathermy machine, *Arch. Phys. Med.* 40: 45-55, 1959.

269 Williams, D.B., J.P. Monahan, and W.J. Nicholson: Biologic effects studies on microwave radiation, time, and power thresholds for the production of lens opacities by 12.3 cm microwaves, *IRE Trans.* ME-4: 17-22, 1956.

271 Wyatt, D.G.: Measurement of blood flow by electromagnetic induction. In A. L. Copley and G. Stainsby (eds.): *Flow Properties of Blood and Other Biological Systems*, New York: Pergamon Press, 1960; pp. 390-391.

274 *Proceedings of Tri-Service Conference on Biological Hazards of Microwave Radiation* (E.G. Pattishall, ed.), 15-16 July 1957, Rome, N.Y.; p. 122.

275 *Proceedings of the Second Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Energy* (E.G. Pattishall and F.W. Banghart, eds.), 8-10 July 1958, Rome, N.Y., p. 269.

276 *Proceedings of Third Annual Tri-Service Conference on Biological Effects of Microwave Radiation Equipments* (C. Susskind, ed.), 25-27 August 1959, Berkeley, Calif. , p. 336.

277 *Biological Effects of Microwave Radiation: Proceedings of the 1960 Conference* (M.F. Peyton, ed.), 16-18 August 1960, New York, N.Y., p. 325.

279 *O biologicheskom vozdeystvii sverkhvysokikh chastot* (On the Biological Effects of Ultra-High Frequencies), Moscow, 1960; p. 134. (In Russian.)

280 *Fizicheskiye faktory vneshney sredy* (Physical Factors of the Inner Layer), Moscow, 1960; p. 404. (In Russian.)

282 *Biologicheskoye deystvije ultrazvuka I sverkhvysokochastotnykh elektromagnitnykh kolebaniy* (Biological Effect of Ultrasound and Uhf Electromagnetic Waves), Kiev, 1964. (In Russian.

283 *O biologicheskom deystvii elektromagnitnykh poley radiochastot* (The Biological Effect of Radio-Frequency Electromagnetic Fields), Moscow, 1964; vol. 2, p. 172. (In Russian.)

284 *Ochrana pred biologickymi ucinky laseru* (Protection Against the Biological Effects of the Laser), *Sdelovaki technika* 7: 249, 1965. (In Czech.)

286 *Rukovodstvo po gigiyene truda* (Handbook of Labor Hygiene), Moscow, 1965; p. 651. (In Russian.)

288 *Zashchita ot deystviya elektromagnitnykh poley i elektricheskogo toka v promyshlennosti* (Protection Against the Action of Electromagnetic Fields and Electric Current in Industry), Leningrad, 1963; p. 154. (In Russian.)

Zusammenfassung der bis 1945 bekannten Wirkungen elektromagnetischer Wellen auf Lebewesen

Die Erforschung der Wirkungen elektromagnetischer Wellen auf Lebewesen erfolgte zuerst an Kurzwellen. Damals war man noch nicht in der Lage, Mikrowellen mit ihrer viel höheren Frequenz in genügender Stärke herzustellen. Obwohl Kurzwellensender im Vergleich zu Mikrowellensendern verhältnismäßig groß sind, haben sie doch gegenüber den Mikrowellen einen bedeutenden Vorteil bei der Verwendung als Waffe oder als Radar. Es ist im Gegensatz zu Mikrowellen sehr viel schwieriger, Kurzwellen abzuschirmen. Bereits kurz nach der Erfindung des Röhrenverstärkers, der es ermöglichte, ungedämpfte elektromagnetische Schwingungen mit genügender Leistung zu erzeugen, stellte man deren Wirkungen auf Lebewesen fest und begann sie zu untersuchen.
(Die biologische Wärmewirkung im elektrischen Hochfrequenzfeld), (Ultra-High-Frequency Electromagnetic Vibrations: Their Effects on Living Organisms), (Die biologische Wirkung kurzer Wellen), (Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet), (Aus der Praxis der Kurzwellentherapie), (Tiefenwirkung im Organismus durch kurze elektrische Wellen Teil 1), (Tiefenwirkung im Organismus durch kurze elektrische Wellen Teil 2), (Über Tiefenwirkung und elektive Gewebswirkung kurzer elektrischer Wellen)

Es interessant, daß in den 20er und 30er Jahren auch bereits viele Grundlagen und Voraussetzungen der Wirkung von elektromagnetischen Wellen bekannt waren. Vor allem trifft dies auch auf das Verhältnis der Größe des Körpers zur Wellenlänge zu, wobei bei entsprechenden Resonanzfrequenzen der Körper oder einzelne Teile desselben als Antenne angesehen werden können, die dem elektromagnetischen Feld verstärkt Energie entnimmt. Auch die Bedeutung der Modulation des Senders war bereits bekannt.
(Zur biologischen Wirkung kurzer elektrischer Wellen) Die Reaktionsweise des Organismus auf kurze elektrische Wellen: Hyperthermie als elektrobiologische Wirkung)

Von besonderem Interesse war auch damals schon die direkte Beeinflussung von Nervenzellen durch die Hochfrequenzströme.
(Therapeutische Versuche im elektrischen Kurzwellenfeld), (Die Beeinflussung vegetativer Zentren im Kurzwellenfeld), (Über die Fernwirkung elektrischer Hochfrequenzströme auf die Nerven)

Da die Weiterleitung von Informationen zwischen den Nervenzellen auch durch elektrische Vorgänge stattfindet, lassen sich die Nervenzellen durch entsprechende Ströme und Spannungen anregen, vorausgesetzt, dass diese mit den Körpereigenen Spannungen und Strömen in ihrem zeitlichen Verlauf und in ihrer Stärke übereinstimmen.
(Die Anwendung der Kathoden-Generatoren der Schall- und Diathermie-Frequenz für Heilzwecke)

Dass dabei auch Muskeln durch Radiofrequenzstrahlung ferngesteuert und Empfindungen und Schmerzen verursacht werden können war bereits um 1920 bekannt und auch veröffentlicht worden (Die Diathermie)

Um diese Ströme mit Kurzwellen übertragen zu können, müssen diese Kurzwellen amplitudenmoduliert werden, also im Takt der niederfrequenten Spannung stärker und schwächer werden. Um die niederfrequenten Spannungsschwankungen wieder aus der modulierten Hochfrequenzspannung zurückzugewinnen, wird diese demoduliert, Dazu benötigt man einen Gleichrichter, wie er in der Elektronik heute in Form einer Halbleiterdiode verwendet wird. Daß die Membran von biologischen Zellen ein Gleichrichter ist, wurde bereits vor 60 Jahren veröffentlicht.
(Electrical Rectification in Single Nerve Fibers)

Es fanden bereits damals systematische Untersuchungen zu den Wirkungen der Kurzwellen auf die verschiedensten Körperfunktionen statt.
(Über die biologische Wirkung der kurzen Wellen), (Histamin im Blut und Gewebe unter dem Einfluß von Kurzwellen, Diathermie und Fango), (Über den Einfluß der Kurzwellen, der Diathermie und des Fango auf den Histamingehalt im Blut und Gewebe), (Spezifische Wirkungen des Ultra-Kurzwellenfeldes), (Beeinflussung des Blutdrucks durch Kurzwellen), (Die Einwirkung kurzer elektrischer Wellen auf das strömende Blut des Kaninchens), (Die Wirkung der Ultrakurzwellen auf

den Blutzucker), (Versuche über Beeinflussung des Blutzuckerspiegels durch kurze elektrische Wellen), (Zur Erforschung der Wirkung der Diathermie aufs Auge), (Über die biologische Wirkung von Kurzwellen auf das Gehirn und Versuch einer Therapie bei chronischen Gehirnleiden)

Dabei ist es allerdings schwer vorstellbar, dass von den Ärzten in den deutschen Konzentrationslagern auf diesem Gebiet keine Versuche an Menschen durchgeführt wurden, denn wir sollten nicht vergessen: Der Tod ist ein Meister aus Deutschland... Im folgenden Artikel aus dem Jahre 1947 wird auch besonders darauf hingewiesen, dass die Versuche nicht an Wehrlosen oder unwissenden Patienten durchgeführt wurden.
(Die Wirkung der Kurzwellenbestrahlung des Hypophysenzwischenhirns auf die vegetativen Funktionen beim Menschen)

Interessant ist auch, dass bereits seit 1925 ein Zusammenhang zwischen der Wirkung von natürlicher Hochfrequenzstrahlung und dem Einfluß des Wetters auf biologische Vorgänge hergestellt wurde.
(Bemerkungen zur Hochfrequenztherapie), (Kosmisch-physikalische Störungen der Ionosphäre, Troposphäre und Biosphäre), (Wetter und Gesundheit)

Tiefenwirkungen im Organismus durch kurze elektrische Wellen (1)

Teil 1: Wesen, Erzeugung und Anwendungsweise der Kurzwellen vom medizinischen Standpunkt
Erwin Schliephake
In: Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin: 66, S. 212-229, Berlin 1929

(...) (S.214) (Es) hat sich ein umfangreiches Gebiet eröffnet, das in diesen Zeilen noch lange nicht abschließend behandelt werden kann. Verschiedene Fragen habe ich vorerst überhaupt nicht berücksichtigen können, so diejenigen nach den sicher vorhandenen spezifisch elektrischen Wirkungen. (...)

(S.216) Nach dem Kirchhoffschen Verteilungsgesetz muß die Stromstärke eines durchfließenden Stromteiles (Anmerkung: hier des Diathermiestromes, M.B.) in den Teilen geringsten Widerstandes am größten sein. Im Körper muß sich also der Strom die Stellen des geringsten Widerstandes gewissermaßen selbst aussuchen, z.B. die Blutbahnen. (...)
Wenn ein großer Widerstand wie derjenige der Haut und des Unterhautfettgewebes, nicht umgangen werden kann, muß infolgedessen die stärkste Erwärmung an dieser Stelle stattfinden. Bei Längsdurchströmung eines Körperteiles wird sich daher zunächst die Haut bzw. das Unterhautfettgewebe an der Ein- und Austrittsstelle des Stromes am stärksten erwärmen. Weiterhin wird die größte Stromdichte und damit die stärkste Erwärmung entlang den größeren Blutbahnen und im Capillarnetz der Haut zu suchen sein. Diese Annahme wird größtenteils bestätigt durch Untersuchungen von Oskar Schmid, bei denen tatsächlich die Erwärmung durch den Diathermiestrom in der Gegend der großen Gefäße und in der Subcutis am größten gefunden wurde. Ferner war die Erwärmung an der Oberfläche von Muskeln stärker als in deren Mitte. (...)
Bei der Querdurchströmung erwärmen sich ebenfalls Haut und Fett sehr stark. Dazwischen liegt das Capillarnetz der Haut, das dem Strom sehr günstige Leitungsbedingungen bietet, so daß ein Teil des Stromes diese Bahn benutzt. (...)

(S.217) Mittels einer Anordnung von Elektronenröhren, durch welche Schwingungen bis zur Frequenz von 10 000 000 Hertz erzeugt werden können, wurden Neuritiden erfolgreich behandelt. Allerdings sind die verwertbaren Energien nur gering, so daß ein wesentlicher Wärmeeffekt kaum in Frage kommen dürfte. Stieböck glaubt auch die günstige Wirkung auf rein elektrische Vorgänge zurückführen zu müssen. Dieses Verfahren unterscheidet sich von der bisherigen Diathermie eigentlich nur durch die Verwendung höherer und veränderlicher Frequenzen; die Zuleitung zum Körper geschieht im übrigen wie bisher durch Kontaktelektroden. (...)

(S.221) Bringen wir Versuchsobjekte in den Strahlungsbereich einer Antenne, so sind von vornherein keine allzu großen Wirkungen zu erwarten, da der betreffende Gegenstand nur einen geringen Ausschnitt von der gestrahlten Energie auffängt. Selbst wenn man berücksichtigt, daß ein in große Nähe gebrachter Leiter einen Teil der Feldwirkung auf sich konzentriert, ist nur eine geringe Energiewirkung zu erwarten. Immerhin wurden gewisse Erscheinungen an in der Nähe des Senders weilenden Personen beobachtet, auf die ich später zurückkommen werde. Bedeutend günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn das Objekt selbst als Dipol arbeitet, d. h. wenn seine Länge der halben Wellenlänge entspricht, so daß Resonanz mit dem Primärkreis besteht. Dies hat zur Voraussetzung, daß die Wellenlänge veränderlich ist und jeweils so eingestellt wird, daß die ein gerades Vielfaches von der Länge des Objektes beträgt (s. u. Resonanz).

Die Strom- und Spannungsverteilung muß dann die gleiche sein wie beim Dipol. Da die Kenntnis etwaiger Wärmevorgänge und ihrer Verteilung besonders im Hinblick auf die Verhältnisse im menschlichen Körper von großer Wichtigkeit schien, habe ich entsprechende Modellversuche unternommen. Glasrohre von der halben Wellenlänge (150 cm) wurden mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt. Zur Verhinderung der Konvektion diente ein Gelatinezusatz, der die Lösung zum Erstarren brachte. Diese Rohre wurden als Dipol mit dem Schwingungskreis induktiv gekoppelt; durch Thermoelemente wurde dabei der Temperaturanstieg pro Minute gemessen. Schon nach wenigen Sekunden zeigte sich eine Erwärmung der Lösung, und zwar am stärksten in der Mitte, am geringsten an den beiden Enden. Die Kurve (Abb. 6) ist das Ergebnis einer solchen Messung, wobei

alle 10 Minuten abgelesen wurde. Wie man sieht, steigt die Erwärmung bei 1/4 und 3/4 der Rohrlänge fast genau halb so rasch an als in der Mitte; an den Enden ist sie sehr gering.

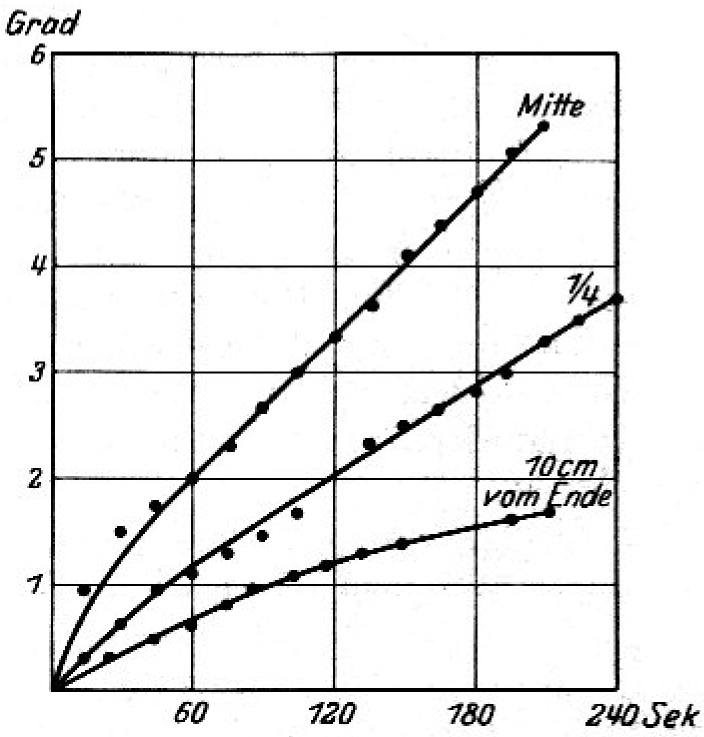


Abb. 6. Wärmeanstieg an verschiedenen Stellen einer Dipolantenne aus NaCl-Gelatinegefülltem Glasrohr.

(...)

Eine viel stärkere Einwirkung der freien Raumwelle ist dann zu erwarten, wenn es gelingt, die Strahlung zusammenzufassen und auf einen beliebigen Punkt zu konzentrieren. Dahin zielende Versuche sind schon von Hertz unternommen worden, der durch Hohlspiegel aus Blech und Linsen von Asphalt die elektrischen Wellen in Brennpunkte zusammenfassen konnte. Allerdings kamen bei den hierzu verwandten Wellenlängen in der Größenordnung von 40 cm nur verschwindend kleine Energien in Frage.

Tiefenwirkung im Organismus durch kurze elektrische Wellen (2)

Teil 2: Experimentelle Untersuchungen
Erwin Schliephake
In: Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin: 66, S. 230-264, Berlin 1929

(S.231) Mäuse und Ratten wurden einige Sekunden nach dem Einschalten des Stromes sehr unruhig, quiekten und fuhren im Glaskasten mit zunächst zunehmender Lebhaftigkeit hin und her; Atmung und Herztätigkeit wurden sehr frequent. Nachdem der Höhepunkt der Unruhe erreicht war, trat ein Stadium ein, bei dem die Tiere still saßen und nur ab und zu wieder einige heftige Bewegungen machten. Es ging in eine völlige Erschlaffung über. Wurden die Tiere in diesem Zustande herausgenommen, so krochen sie, je nach Schwere der Erscheinungen, einige Sekunden bis Minuten mit ausgestreckten Extremitäten langsam umher. Sehr bald folgte darauf eine Phase, bei der die Tiere eine außerordentliche nervöse Reizbarkeit aufwiesen, die in auffallendem Gegensatz zu der noch vorhandenen Schlaffheit stand. Händeklatschen, Pfeifen und ähnliche Geräusche, auf welche die Tiere im gesunden Zustand kaum reagiert hatten, riefen starkes Erschrecken hervor, ja die Ratten sprangen oft schon auf geringe Geräusche hin hoch auf.

Stets gingen aber nach geraumer Zeit alle diese Erscheinungen wieder völlig zurück, irgendwelche schädlichen Folgen für die Tiere machten sich auch dann nicht bemerkbar, wenn die Bestrahlung beim Eintritt der ersten Zeichen der Agonie unterbrochen war. Wurde die Bestrahlung noch über dieses Stadium hinaus weitergeführt, so trat der Tod ein mit sofortiger Leichenstarre, die sich nach einigen Stunden wieder löste. Die Tiere, welche in dem Kondensatorfeld den Tod gefunden hatten, fühlten sich heiß an und wiesen mit Thermometer gemessen Temperaturerhöhungen um mehrere Grade auf, bis über 43° rectal.

(S.232f) (...) Daß allerdings neben der Wärmeentstehung auch noch andere Wirkungen auf den Organismus in Frage kommen, beweist das Zusammenzucken, das bei vielen Tieren sowohl bei der Ein- wie Ausschaltung des elektrischen Feldes beobachtet wird. Das kann nur aus direkter elektrischer Einwirkung auf das Nervensystem der betreffenden Tiere erklärt werden, denn irgendwelche sekundären Wirkungen des elektrischen Feldes müssten zu ihrem Zustandekommen eine gewisse Zeit benötigen und kommen deshalb als Ursache für das Zucken nicht in Frage. Eine weitere Beobachtung dieser Art ist die, daß man beim Betrieb des Senders mit Wechselstrom von 50 Perioden an der ins Kondensatorfeld gehaltenen Hand ein deutliches Vibrieren wahrnimmt. Diese Empfindung hatten auch ganz unbefangene Beobachter, denen vorher nichts davon mitgeteilt worden war. Auch das weist darauf hin, daß irgendeine direkte Beeinflussung von Nerven durch elektrische Kräfte stattfinden muß.

Mit Allgemeinerscheinungen an Menschen habe ich mich nur insoweit befasst, als sie bei den am Sender beschäftigten Personen auftraten. An mir selbst konnte ich nach sehr intensiver Beschäftigung mit Kurzwellenversuchen eine zunehmende nervöse Reizbarkeit wahrnehmen. Trotz starker Mattigkeit wurde der Schlaf unruhig und schlecht. Auch trat jeweils nach lang dauernden Versuchen Kopfweh ein. Ähnliche Beschwerden wurden mir wiederholt von anderen mit Kurzwellen beschäftigten Personen mitgeteilt. Bei einigen anscheinend besonders geeigneten Personen waren nach längerem Aufenthalt im Strahlungsbereich des Senders Steigerungen der rectalen Temperatur in der Größenordnung von etwa 1/2 Grad vorhanden, doch reagierten nicht alle Menschen in gleicher Weise.

Die Wirkung auf Menschen scheint mir nach meinen bisherigen Ergebnissen von einer bestimmten Wellenlänge abhängig zu sein; die an mir selbst beobachteten Erscheinungen waren nach der Arbeit an einem Sender mit etwas über 3 m Wellenlänge stärker als beim 4,50 m Sender, trotzdem bei dem letzteren 3-4 mal höhere Energien umgesetzt wurden. Ich nehme aus diesem Grunde an, daß die Abstimmung der Welle auf die Körperlänge eine ausschlaggebende Rolle spielt in dem Sinne, daß der ganze Körper dann als Dipol in der halben Wellenlänge schwingt. Allerdings muß dabei auch die stärkere Ausstrahlung des 3 m Senders in Rechnung gezogen werden; da der Strahlungswiderstand mit der 4. Potenz der Schwingungsfrequenz wächst, ist der Unterschied gegenüber dem 4,5 m Sender schon recht erheblich. (...)

(S.244f) Bringt man z.B. Meerschweinchen oder Mäuse in einem Glaskasten ins Kondensatorfeld, so daß sie sich bewegen können, so schwankt der Zeiger des Amperemeters (Anmerkung: das den Stromverbrauch des Senders misst, M.B.) bei jeder Bewegung hin und her. Auch bei stillsitzendem Tier ist ein dauerndes Oscillieren des Zeigers bemerkbar, das den Atembewegungen der Tiere entspricht. Bringt man die Hand ins Kondensatorfeld, so lassen sich durch Bewegungen der Finger kleine Verstimmungen im Kreis herbeiführen. Werden beim Menschen die Kondensatorplatten in die Herzgegend gebracht, so macht sich auch die Herztätigkeit in Bewegungen des Amperemeterzeigers bemerkbar. Es liegt auf der Hand, daß derartige Stromschwankungen durch einen Detektor oder sonstiges Empfangsgerät mit Lautsprecher auch ohne weiteres hörbar gemacht werden können oder durch Verbindung des Empfängers mit Seitengalvanometer registriert werden können.

Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Zustandsänderungen innerhalb des Körpers durch derartige Registriervorrichtungen der Beobachtung zugänglich zu machen, die auf andere Weise nicht fassbar sind. Hierauf gerichtete Untersuchungen sind bereits im Gange. (...)

(S.256) Wie rasch diese (Wärmeregulation) in Funktion treten kann, zeigt sich darin, daß bei empfindlichen Menschen an der ins Kondensatorfeld gehaltenen Hand fast momentan nach Einschalten des Stromes lokales Schwitzen auftreten kann. Allerdings habe ich diese Erscheinung nur bei Menschen beobachten können, die an sich zu Schweiß neigen.(...)

(S.259f) Wenn auch in Betracht gezogen werden muß, daß beim Kaninchen und Meerschwein die Temperatur schon an sich wenig konstant ist und häufig um mehrere Zehntelgrade im Lauf eines Tages schwankt, so geht doch die Kurve 25 weit über das hinaus, was wir bei normalen Tieren zu sehen gewohnt sind. Zum Vergleich möge der erste Teil der Kurve Abb. 27, S. 261 dienen, die von einem gleichzeitig gemessenen Normaltier stammt. Die von einem gleichzeitig gemessenen Normaltier stammt. Die Bestrahlungen bei unserem Tier geschahen an den mit Pfeilen bezeichneten Zeitpunkten und dauerten bei einer Stromstärke von 6 Ampere je 1 Minute. Der starke Wärmeanstieg nach jeder Bestrahlung ist deutlich zu erkennen.

Am 14.10. fällt auf, daß nach der einen Tag vorher stattgefundenen zweimaligen Bestrahlung ein vorübergehendes Absinken der Aftertemperatur eingetreten ist. Ich werde auf diesen Punkt noch zurückkommen. Zwei Tage danach, an einem Tag, wo das Kontrolltier völlig gleichmäßige Temperaturen aufwies, tritt unvermittelt eine Fieberzacke von 40° auf, der am nächsten Tag wieder eine Abfall auf 39° folgt. Merkwürdig ist ferner die große Spanne, die nach den Bestrahlungen zwischen Maul- und Aftertemperatur besteht; den Temperaturabfall am 13.10. macht die Maultemperatur überhaupt nicht mit, auch bei der Fieberzacke am 22. besteht zwischen Maul und After eine Spanne von einem ganzen Grad. Der gleichmäßige Verlauf der beiden Temperaturen in allen Vergleichskurven (auch vielen hier nicht abgebildeten) zeigt, daß es sich hier um ein außergewöhnliches Verhalten handelt, und daß Messungsfehler nicht vorliegen. (...)

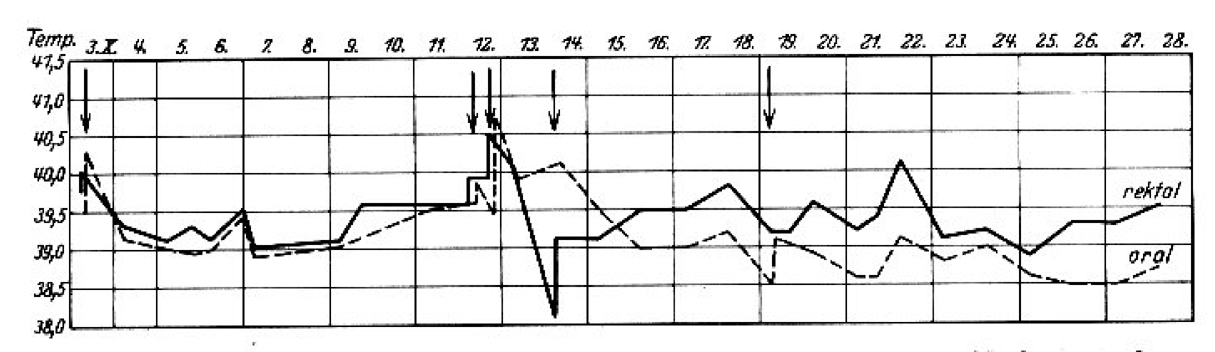


Abb. 25. Starke Labilität der Körperwärme nach Bestrahlungen der Nackengegend. Starke Differenz zwischen oraler und rectaler Temperatur. (Kaninchen.)

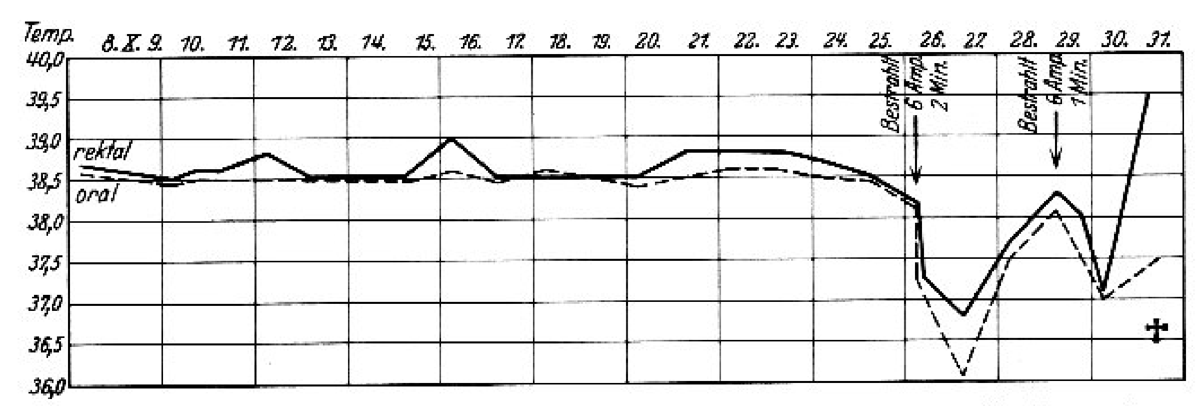


Abb. 27. Untertemperaturen nach Bestrahlungen des Nackens in leichter Urethannarkose (Kaninchen.)

(S.261) Bei einem Kaninchen wurde (...) nach Betäubung mit 4 ccm subcutan eingespritzter 20 %iger Urethanlösung eine Bestrahlung von Brust und Nacken ausgeführt. Abb. 27 gibt die bald danach eingetretene starke Senkung der Körperwärme wieder. Eine erneute Bestrahlung nach 3 Tagen hatte den gleichen Erfolg.

Wenn wir alle diese Erscheinungen im Zusammenhang betrachten, so drängt sich uns der Schluß auf, daß durch die Bestrahlungen die zentrale Wärmeregulation gestört worden sein muß. (...)
Ein gewisses Abfallen der Allgemeintemperatur war bei allen Tieren, auch denen, wo nur die hintere Körperhälfte bestrahlt worden war, am nächsten Tage zu beobachten. Somit müssen wir annehmen, daß schon die Erwärmung des Blutes an sich hier eine Überkompensation bezüglich der Wärmeabgabe nach sich gezogen hat. Andererseits ist dieser Wärmesturz bei den Tieren, wo nur Kopf und Hals bestrahlt worden waren, bedeutend größer als bei den anderweitig bestrahlten Tieren, und zwar auch dann, wenn die allgemeine Körperwärme nicht besonders stark angestiegen war.

Dieser Befund lässt sich nur so erklären, daß hier eine direkte Beeinflussung der zentralen Wärmeregulierung stattgefunden haben muß. In diesem Sinne spricht auch die starke Unregelmäßigkeit der Temperaturen, die noch einige Tage nach den Bestrahlungen bestehen bleibt. Offenbar ist die zentrale Wärmeregulation durch die Bestrahlungen so geschädigt, daß die feinere Einstellung der Körperwärme gelitten hat und sich den Verhältnissen bei den Poikilothermen etwas annähert.

Die Diathermie

Josef Kowarschik
Berlin 1921

(Seite 61) Sensible und motorische Reizerscheinungen. Der Diathermiestrom soll eine angenehme, von jedem anderen Gefühl freie Wärmeempfindung auslösen (*Anmerkung: Mit Diathermie wurde die Erwärmung des Körpers mit Hochfrequenzströmen bezeichnet. M.B.*). Zuweilen ist das nicht der Fall. Es kann unter Umständen zu sensiblen Reizerscheinungen ähnlich denen beim Faradisieren (*Anmerkung: Faradisieren ist die Bezeichnung für die Behandlung mit elektrischen Wechselströmen. M.B.*) oder zu motorischen Reizeffekten, zu einem Vibrieren oder zu einem leichten Zucken der Muskeln kommen.

Die Ursache hierfür liegt meist in einem unregelmäßigen Funkenübergang, der entweder durch eine unrichtige Einstellung der Funkenstrecke bedingt wird oder auch dadurch, daß die Elektroden dieser durch den Gebrauch bereits stark abgenützt sind. Seltener ist an der Reizwirkung ein Defekt im therapeutischen Stromkreis schuld. Wenn dieser an einer Stelle nicht vollkommen geschlossen ist - nehmen wir an, es handle sich um den Bruch eines Kabels - so kann es an der Bruchstelle zu einem Funkenübergang, zur Ausbildung eines sogenannten Lichtbogens kommen, der bei dem Kranken das Gefühl des Faradisierens oder Muskelzuckungen erzeugt.

Die biologische Wärmewirkung im elektrischen Hochfrequenzfeld

Erwin Schliephake
In: Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin, 1928, S.307-310, Berlin

Die Erzeugung kurzer elektrischer Wellen, wie sie dem Physiker Esau gelungen ist, hat erhebliches Interesse für die Medizin, da diesen Wellen nach meiner Feststellung biologische Wirkungen innewohnen. Diese Wirkungen aufzuklären ist der Zweck meiner Untersuchungen.

Die von mir angewandte Welle wird in einem Röhrensender durch ungedämpfte elektrische Schwingungen von der Frequenz 10 hoch 8 erzeugt und hat somit die Länge von 3 m. Schon das in der Umgebung eines solchen Senders herrschende Feld übt gewisse Wirkungen auf die in der Nähe beschäftigten Personen aus. So klagten mehrere der Beteiligten nach längerer Dauer der Versuche über Kopfschmerzen, Blutandrang nach dem Kopf und Müdigkeit sowie manchmal Temperaturerhöhung um einige Zehntelgrade, und auch ich selbst machte bei mir die gleichen Beobachtungen. Auch machte sich nach täglichem intensivem Arbeiten eine zunehmende Reizbarkeit, leichte Erregbarkeit und Mattigkeit bemerkbar. (...)

Bei Meerschweinchen und Kaninchen konnte (...) Hyperthermie von 43° und darüber (rektal gemessen) erzeugt werden. Eine ebensolche Erwärmung und Hyperämie konnten ich und andere auch an den ins Kondensatorfeld gehaltenen Fingern und Händen bemerken, wobei eine besonders starke Erhitzung der Haut nicht eintrat. Die besonders ausgesprochene Tiefenwirkung ging aus einem Versuch hervor, bei dem die Wirbelsäule eines Meerschweinchens einem bandförmigen Feld ausgesetzt wurde: Eine Lähmung der hinteren Extremitäten war die Folge, die allerdings nach kurzer Zeit wieder zurückging. Versuche mit verschiedenen Lösungen, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, lassen mich annehmen, dass es die einzelnen Atome bzw. Ionen sind, an denen die Umwandlung elektrischer Energie in Wärme vor sich geht. (...)

Ultra-High-Frequency Electromagnetic Vibrations: Their Effects on Living Organisms, Nrunori, N.; Torrisi, Samuel S. (*Nach dem Inhalt des Textes heißt der Autor nicht Nrunori sondern Brunori, zitiert wird dieser Text aber unter dem falschen Namen des Autors*) **In: The American Journal of Physical Therapy, S.102-104, June 1930**

Elektromagnetische Schwingungen ultrahoher Frequenz

(...) In der (...) Ausgabe der "World" (vom 18. Januar 1928) lesen wir: "Schenectady, N.Y., Jan. 17, 1928 (A.P.) - Bei der Firma General Electric Company werden Versuche mit weißen Ratten durchgeführt um die Wirkungen von kurzen Radiowellen zu erforschen. Vor kurzem wurde bei Versuchen mit einer Hochfrequenzröhre festgestellt, dass Arbeiter durch die Wellen beeinflusst wurden. Bei einem Beteiligten wurde nach dem Kontakt mit den Wellen hoher Blutdruck festgestellt. Es wurde gesagt, dass die kurzen Wellen, nicht die langen Wellen der Grund für die nun durchgeführten Untersuchungen an Tieren sind".

Diese Wirkungen von Radiowellen auf den Blutdruck und die Körpertemperatur wurden bereits von Dr. Norman T. Johnston in Kearney, Nebraska beobachtet. (...) Dr. Richards und Dr Loomis haben seit einiger Zeit die Ursachen für hohes Fieber untersucht, das bei Männern beobachtet wurde, die mit Langwellen Sendegeräten arbeiten. Die Aufmerksamkeit auf die Fieber verursachende Eigenschaft der Kurzwellengeräte wurde zuerst von Wissenschaftlern in den Labors der General Electric Company gelenkt. Dort wurde entdeckt, dass Männer, die mit Geräten für die Wellenlänge sechs Meter arbeiteten Schwächeanfälle hatten oder plötzlich erkrankten.

Die Heilwirkung der Wellen (Anmerkung: durch künstliches Fieber) wurde mit Salzlösungen untersucht und es wurde festgestellt, dass die hervorgerufenen Temperaturen von der Wellenlänge und der Konzentration der benutzten Salzlösung abhängt. Die höchste Temperatur in einer Salzlösung mit einer Konzentration ähnlich der des Blutes wird von einem Gerät mit einer Wellenlänge von sechs Metern hervorgerufen. (...) Wenn die Strahlungen in Resonanz mit dem Körper sind (Anmerkung des Übersetzers: Also die Wellenlänge in einer Größenordnung liegt in der der menschliche Körper für sie eine Antenne darstellt), können sie in geringen Stärken wirken, während man bei größeren Stärken oder längerer Einwirkung mit ihnen eine zerstörerische Wirkung erreichen kann.

Auswirkungen von Radiofrequenzstrahlung auf den Organismus sind schon Anfang der 30er Jahre veröffentlicht worden.

Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet

Dr. E. Schliephake
In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1932, Nr. 32, S. 1235-1240 (

S.1237) Der Gesamtorganismus wird schon im Strahlungsfeld von starken Kurzwellensendern durch die freie Hertzsche Welle deutlich beeinflusst. Das empfinden alle Personen, die längere Zeit hindurch an solchen Sendern ohne genügende Schutzmittel haben arbeiten müssen. Es treten Erscheinungen auf, wie wir sie bei Neurasthenikern zu sehen gewohnt sind; starke Mattigkeit am Tag, dafür in der Nacht unruhiger Schlaf, zunächst ein eigenartig ziehendes Gefühl in der Stirn und Kopfhaut, dann Kopfschmerzen, die sich immer mehr steigern, bis zur Unerträglichkeit. Dazu Neigung zu depressiver Stimmung und Aufgeregtheit. Auch hierauf hat nach unseren Erfahrungen die Wellenlänge einen deutlichen Einfluß. Am unangenehmsten sind anscheinend die Wellen von etwa 4 - 5 m Länge. (...)

Durch Wärmewirkung allein lassen sich diese Erscheinungen nicht erklären. Dagegen geht die Abtötung von Tieren im Kondensatorfeld in der Hauptsache wohl zweifellos auf Überhitzung zurück. Tiere in geschlossenen Gefäßen sterben viel schneller ab als solche, die frei atmen können. Für die Erwärmung des Tierkörpers im Kondensatorfeld kommt aber nicht allein die in Wärme umgesetzte Kurzwellenergie in Frage, sondern es können auch noch Störungen der zentralen Wärmeregulation eine Rolle spielen. Neben der unmittelbaren elektrischen Erwärmung der Gewebe durch Ultrakurzwellen kennen wir auch mittelbare Erwärmungswirkungen. So hat Reiter gezeigt, dass der Verlauf der Erwärmung bei der Bestrahlung irgendeiner indifferenten Stelle so vorsichgeht, dass neben der starken lokalen Erwärmung eine allmähliche Erwärmung des übrigen Körpers durch den Wärmeausgleich infolge des Kreislaufapparates zustande kommt. Ganz anders ist jedoch die Wirkung bei Bestrahlung des Wärmeregulationszentrums im Gehirn, worauf ich am Schluß noch zurückkommen werde.

Dabei treten nämlich in der Peripherie fieberartige, sehr starke Erwärmungen auf, die größer sein können als die lokale Erwärmung, mithin also nicht durch Abtransport der Wärmemenge durch den Kreislauf entstehen können. Ein weiterer Beweis hierfür ist auch die Tatsache, dass nach Reiter Bestrahlung des Gehirns von Kaltblütern, die kein Wärmeregulationszentrum haben, niemals zu diesen Fiebererscheinungen führt. Die histologischen Veränderungen in den Geweben von kurzwellenbehandelten kleinen Tieren, die hauptsächlich von v. Öttingen untersucht worden sind, unterscheiden sich im allgemeinen nicht wesentlich von Wärmezerstörungen; bei einer bestimmten Welle können aber gewisse Zellgruppen selektiv geschädigt werden, und darauf beruht eben die Besonderheit der Kurzwellenwirkung (vgl. auch den folgenden Vortrag von Ostertag).

Das Blutbild erfährt verschiedenartige Veränderungen je nach Dauer und Ort der Besendung. Nach v. Öttingen, der dies an Tieren untersucht hat, erfolgt gewöhnlich zunächst ein kurzer Abfall der Leukozytenzahl, dann ein längere Zeit anhaltender Anstieg. Die einzelnen Formen der Leukozyten werden dabei in verschiedener Weise beeinflusst. Die Blutsenkungsgeschwindigkeit wird erhöht, ferner verändert sich, wie Pflomm gezeigt hat, die Blutgerinnungszeit. Die Veränderungen des morphologischen Blutbildes sind beim Menschen auf meine Veranlassung besonders von Nöller näher untersucht worden. Er fand, dass die Veränderungen, auf deren Art ich hier im Einzelnen nicht eingehen kann, je nach dem Ort der Besendung verscheiden sein können, und dass sie die einzelnen Blutbestandteile verschieden stark betreffen können. Die Leukozyten reichern sich meist in der Nähe der bestrahlten Stelle an, während ihre Zahl an entfernteren Punkten zurückgeht. Ähnlich verhält es sich mit der refraktometrisch bestimmten Konzentration des Serums.

Die örtlichen Wirkungen bestehen außer in der eben genannten Einwanderung von Leukozyten in einer starken Erweiterung der betroffenen Kapillaren. Im Gegensatz zu Wärmehyperämie bleibt diese Kapillarerweiterung, wie Pflomm gezeigt hat, noch lange Zeit hinterher bestehen und geht auf Adrenalin nicht wieder zurück. Ferner werden durch die Kurzwelleneinwirkung auch solche Gefäße erweitert, die vorher durch Adrenalin zur Kontraktion gebracht worden waren. Wie Pflomm auch auf Grund von Versuchen am Froschherzen annimmt, dürfte hier eine lähmende Wirkung auf die Sympathikusendigungen und eine vaguserregende Wirkung die Ursache sein. Reiter, der seit 3

Jahren umfangreiche Versuche über Ultrakurzwellen ausführt, hat eine Wellenlängenabhängigkeit auch dieser Wirkung gefunden. (...)

(S.1239f) Zuletzt möchte ich noch auf eine Anwendung der Kurzwellen hinweisen, bei der wir in die Funktion des Wärmezentrums Einblick zu gewinnen suchen. Durch in geeigneter Weise gekrümmte Kondensatorplatten gelingt es, ein bandförmiges Feld zu erzeugen, und wir haben mit einem solchen Feld den Hinterkopf und Nacken von Kaninchen behandelt. Dabei treten nun ganz eigenartige Störungen der Wärmeregulation auf, die je nach Stärke und Dauer der Einwirkung verschieden verlaufen. Erwähnenswert ist dabei, dass wir solche Störungen nur mit Wellenlängen unter 6 m hervorrufen konnten. Im Temperaturverlauf nach den Bestrahlungen lassen sich verschiedene Typen unterscheiden. Bei sehr starker Einwirkung sinkt anschließend an die Besendung die Temperatur bis um mehrere Grade ab. Sie kann sich dann wieder erholen, oder die Tiere gehen unter immer weiterem Absinken der Körperwärme ein.

Dabei sehen wir meist auch noch andere Störungen: Beschleunigung und unregelmäßige Atmung, starke Speichelabsonderung und Nasenschleimabsonderung wie bei einem Schnupfen, gelegentlich auch klonische Krämpfe der hinteren Extremität. Bei einer zweiten Gruppe fängt die Temperatur einige Stunden nach der Besendung an anzusteigen und hält sich einige Tage lang auf einer erhöhten Stufe. Bei einer weiteren Gruppe wird die Wärmeregulation auf einen erhöhten Wert eingestellt, um den sie sich dann dauernd einspielt. (...) Aber auch bei Tieren, die zunächst keine derartigen Störungen zeigen, lassen sich funktionelle Änderungen der Wärmeregulation nachweisen. Wenn wir gesunde Tiere einem Heißluftbad von 50° aussetzen, dann steigt ihre Körpertemperatur stark an, gleicht sich aber hinterher rasch wieder aus. Nach der Kurzwellenbesendung sehen wir aber häufig, dass die Fähigkeit zum Ausgleich gelitten hat. Entsprechend ist das Verhalten gegenüber einem Bad in kaltem Wasser. Besonders merkwürdig ist aber dabei, dass es Tiere gibt, deren Regulation nach oben hin zwar erhalten ist, die aber nicht mehr gegen Kälte regulieren können und umgekehrt.

Mein Mitarbeiter Strassburger hat Tieren Pyrifer eingespritzt, das regelmäßig nach 1-2 Stunden einen starken Temperaturanstieg hervorruft, aber nach der Kurzwellenbehandlung bei vielen in dieser Weise behandelten Tieren nicht mehr wirkt. Dabei sehen wir Tiere, bei denen die Reaktionsfähigkeit auf Pyrifer auch nach Wochen noch erloschen ist, und andere, wo sie nach einer gewissen Zeit wieder auftritt. (...) Ein eigenartiger Befund sind bei diesen Tieren die Erscheinungen, die an einen Schnupfen erinnern, und die während und kurz nach der Besendung auftreten. Weiterhin ist merkwürdig, dass fast alle die Tiere, deren Wärmeregulation stark gestört war, einige Zeit nach der Besendung, oft auch erst Wochen oder Monate später zugrundegingen, und zwar fanden sich bei der Sektion schwere Pneumonien und Pleuritiden, also Krankheiten, die wir als Erkältungskrankheiten anzusprechen pflegen. Durch die Beeinflussung des Zentralnervensystems ist also offenbar die Abwehrkraft gegen derartige Erkrankungen herabgesetzt worden.

Aus der Praxis der Kurzwellentherapie

Victor Tomberg
In: Radiowelt, 1932, 41, S.1334f

(...) Als die Hochfrequenzerzeugung mittels Elektronenröhren bekannt wurde, bemühte man sich, ihr auch in der medizinischen Praxis Eingang zu verschaffen.(...) Schon im Jahre 1920 versuchten einzelne Forscher in Amerika und Frankreich hochfrequenztherapeutische Wirkungen (...) zu erzielen. Fürs erste durch Verwendung sehr kurzer Wellen, und zweitens nicht im hochfrequenten Stromkreis direkt, sondern innerhalb des Dielektrikums eines mit Hochfrequenzströmen gespeisten Kondensators.

Bereits im Jahre 1911 hatte Schittenhelm mittels eines Kondensatorbettes gezeigt, dass Temperatursteigerungen und Wärmeeffekte in Organen möglich sind, die mit den Elektroden nicht direkt verbunden sind, sondern auch dann, wenn die Elektroden durch Dielektrika, z. B. durch Hartgummiplatten hindurch, auf Organe einwirken. (...) Schon instinktiv hatte man gefunden, dass die Verwendung kürzerer Wellen eine bedeutend höhere biologische und therapeutische Wirkung ergibt. (...) Im Jahre 1926 veröffentlichte Schereschewsky eine Untersuchung über die Einwirkung von Ultrakurzwellen auf Mäuse, die sich im Kondensatorfelde befanden. Die Mäuse starben nach einigen Minuten, obwohl die Energie des Ultrakurzwellensenders nicht mehr als zirka 8 Watt betrug. Die in ihnen auftretende Joulesche Wärme trieb die Körpertemperatur so hoch, dass sie zugrunde gingen.

Im Jahre 1928 fanden es Esau und Schliephake in Jena für gut, diese Ergebnisse in großem Maßstabe und mit großen Energien bis zu drei Kilowatt therapeutisch auszuwerten. Auch in Wien wurde um diese Zeit (Stieböck, Tomberg, Kowarschik, Liebesny, Heller) zur Klärung der biologischen und physiologischen Wirkungen mit wissenschaftlichen Untersuchungen begonnen. Von ärztlicher Seite wurden Stimmen laut, dass es sich bei der Einwirkung kurzer Wellen auf Organismen nicht nur um einen Wärmeeffekt handle, sondern dass auch spezifisch elektrische, molekulare oder atomistische Vorgänge und Erscheinungen auftreten.

Diese Vermutungen sind durchaus nicht neu. Man findet in der einschlägigen Literatur schon vor 1900 solche Ansichten vor, die, hervorgerufen durch spontane Heilungsprozesse bei Hochfrequenzbestrahlungen, zur Erklärung dieses Wunders dienen. Physikalisch konnte (*Anmerkung: damals*) aber kein Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese geführt werden. Heute lassen sich diese Erscheinungen infolge der exakteren Beobachtungsmethoden und der durch die Anwendung der Elektronenröhre bedingten einwandfreien Arbeitsweise besser verfolgen. Zur Auseinanderhaltung des reinen Wärmeeffektes und des spezifisch elektrischen Effektes gilt in erster Annäherung die Regel: Lassen sich die im Hochfrequenzfelde beobachteten Erscheinungen durch normale Wärmezufuhr oder Erhitzung kopieren oder nicht? Diese Frage ist aber in vielen Fällen aus praktischen Gründen nicht leicht zu beantworten. (...)

(Der) Verfasser konnte aber (...) nachweisen, dass gewisse molekulare Reaktionen vorhanden sind, die sich im gewöhnlichen Wasserbade bei Erwärmung nicht darstellen lassen. Die Größe dieser Reaktionen ist aber unter 10 Prozent der als Joulesche Wärme auftretenden Effekte. Aus diesem Grunde steht bei Behandlungen im Kondensatorfelde der Wärmeeffekt im Vordergrund und kann auch nicht, selbst bei Anwendung schwacher Energien, ausgeschaltet werden. (...)

Durch besondere Anordnung des Feldes gelingt es sogar, innere Körperstellen zum Verkochen zu bringen, ohne dass die Haut die geringsten Verbrennungssymptome aufweist. Für bestimmte Probleme der Chirurgie eröffnen sich dadurch ungeahnte Möglichkeiten. Im Wiener Physiologischen Institut gelang so die operative Entfernung von Gehirn und Rückenmark bei Tieren ohne Eröffnung des Körpers, unblutig und ohne chirurgisches Besteck. (...)

Bisher ergaben sich bei der Behandlung eitriger Geschwüre, von Infektionen, rheumatischen Erkrankungen und anderen verblüffende Erfolge. Bei vorsichtiger therapeutischer Dosierung ist die Behandlung vollkommen ungefährlich und schmerzlos. Die therapeutische Anwendung der Kurzwellen, deren größte Wirkung im Kondensatorfeld liegt, steckt noch ganz in den Kinderschuhen, wie vor 30 Jahren die Röntgentechnik. Sie ist aber unbestreitbar auserwählt, neben Radium und Röntgenstrahlen erfolgreich die Geißeln der Menschheit zu bekämpfen. Die kulturelle Aufgabe der Radiotechnik hat sich um ein gewaltiges vergrößert. Aller Voraussicht nach dürften die Wellen unter 1 m biologisch noch weit wirksamer sein, da die organisch-molekularen Resonanzeffekte in diesem

Gebiete liegen. Die bisher erreichten Energien sind jedoch noch viel zu gering, so dass eine therapeutische Anwendung noch nicht in Frage kommt.

Zur biologischen Wirkung kurzer elektrischer Wellen

Groag, P.; Tomberg, V.
In: Wiener klinische Wochenschrift, 47, 267 (1934)

(S.268) Die Erwärmungsbedingungen (durch Ultrakurzwellen) sind durch eine Reihe wissenschaftlicher Untersuchungen festgestellt worden (...) wobei sich nach Tomberg folgende Resultate ergeben haben: Das Ausmaß der Erwärmung (Temperaturerhöhung) hängt von zwei Gruppen von Faktoren ab:

a) Von inneren Faktoren (das sind durch das Objekt bedingte);
b) von äußeren Faktoren (das sind durch den Sender und durch die Methodik bedingte)

Zu der Gruppe a) gehören:
Leitfähigkeit des Objektes;
Dielektrizitätskonstante des Objektes;
Chemisch-physikalische Struktur;
Objektdimension

Zu der Gruppe b) gehören:
Wellenlänge (Frequenz) der einwirkenden Schwingungen;
Feldenergie (Stromstärke, Spannung, Kraftlinienfluß usw.);
Felddimension (Größe und Abstand der Kondensatorelektroden) (...)

(S.269) Nach Tomberg sind Wechselwirkungen zwischen den elektrischen Schwingungen und den Erscheinungen im Molekularkomplex möglich. Es können danach Resonanzen und Absorptionen auftreten oder andere Erscheinungen, die mit Ladungen, Dipolen und anderen physikalischen Zuständen zusammenhängen.
Der von Tomberg gefundene Effekt von veränderter Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit im Kondensatorfeld scheint ein solch spezifisch-elektrischer Effekt zu sein, da seine Erklärung durch Punktwärme auf Grund bestimmter, hierbei gemachter Beobachtungen unwahrscheinlich erscheint. (...)

Es können gewisse Effekte auch noch dadurch hervorgerufen werden, dass durch die besondere technische Ausführung des Generators und der Apparaturen unbeabsichtigt bestimmte Eigenschaften derselben in den Vordergrund treten. So wird z.B. bei schlecht gewählten Kopplungen zwischen den einzelnen Schwingungskreisen das Auftreten von Harmonischen begünstigt, die nach Tomberg zu Absorptionen Veranlassung geben können. Auch die Wechselstromspeisung des Generators z.B. kann sich unter Umständen biologisch entsprechend auswirken.
(*Anmerkung: Zum ersten Mal wird die biologische Wirkung der Modulation des Senders erwähnt !*)

Die Reaktionsweise des Organismus auf kurze elektrische Wellen: Hyperthermie als elektrobiologische Wirkung

Erwin Schliephake
In: Klinische Wochenschrift 7: Nr. 34, 1928, S.1600-1602

(S.1601f) Auch eine allerdings geringe Temperatursteigerung bei Menschen, die sich in der Nähe des Sendegerätes aufgehalten hatten, wurde wiederholt beobachtet. Sie lässt sich nur so erklären, daß das betreffende Individuum gewissermaßen als Antenne mitschwingt. Es ließ sich denn auch zeigen, daß in mit NaCl-haltiger Gelatine gefüllten Röhren eine deutliche Erwärmung des Inhaltes, und zwar am stärksten in der Mitte, auftrat, wenn diese Röhren in der Nähe des Sendegerätes aufgestellt wurden. Die Abstimmung auf Resonanz spielte bei verschiedener Länge der Röhre eine Rolle. (...) Über die Ergebnisse meiner Vorversuche, die seit Januar 1927 laufen, konnte Prof. Esau bereits im September 1927 gelegentlich der funktechnischen Tagung in Jena kurz berichten (siehe Referate in der physikalischen Fachpresse). Auch in Amerika hat man sich neuerdings bei der General Electric Co. anscheinend mit ähnlichen Versuchen befasst, wie aus amerikanischen Zeitungsberichten der letzten Wochen, aus denen jedoch nichts Näheres zu entnehmen ist, hervorgeht.

Die biologische Wirkung kurzer Wellen

Victor Tomberg
n: Radiowelt, 1930, 25, S. 786f

(...) Im Jahre 1926 hatte Schereschewsky in Amerika die Entdeckung gemacht, dass nicht nur die Hochfrequenzströme selbst, sondern auch die in ihrer Umgebung auftretenden Felder einen Wärmeeffekt besitzen. Speziell im Kondensatorfelde eines Kurzwellen-Hochfrequenzkreises ist die thermische Wirkung sehr ausgeprägt. Die Hochfrequenzschwingungen erzeugte er mittels eines auf kurzen Wellen arbeitenden Röhrengenerators (Wellenlänge 2-30 m). Das Kondensatorfeld bildete einen Teil des frequenzbestimmenden Schwingungskreises. Bei diesen Versuchen zeigte sich, dass Mikroorganismen (Bakterien, Pilze u.a.) sowie kleine Tiere, z.B. Fliegen und Mäuse, die man auf einige Zeit in das Kondensatorfeld brachte, abgetötet wurden. Diese Forschungen wurden von den Forschern Baldwin, Christie und Loomis weitergeführt und ergaben, dass das Zugrundegehen von Organismen nichts anderes ist als eine durch das Hochfrequenzfeld bedingte innerliche Verbrennung.

Auch in Europa wurde eifrig an diesen Kurzwellenproblemen gearbeitet, wie die Untersuchungen von Müller und Stieböck in Wien und Esau und Schliephake in Jena beweisen. Die Versuche letzterer Forscher ergeben ebenfalls, dass hauptsächlich die Hitzewirkung für das Zustandekommen biologischer Effekte maßgebend ist. Es gelangen z.B. im Kondensatorfelde ohne weiteres Temperatursteigerungen bis 100 Grad Celsius; Grashalme verkohlen und kleine Lebewesen werden bei Überschreitung der Bluttemperatur von 45 Grad Celsius getötet. Natürlich gehen auch Krankheitserreger zugrunde, da diese nicht mehr als meistens zirka 60 Grad Celsius aushalten. (...)

Die Elektronenröhre (...) gestattet die Erzeugung kräftiger Schwingungen auf Kurzwellen bis 15 cm Wellenlänge herab. Die biologische Wirksamkeit der Kurzwellen liegt, soweit es die Versuche bis jetzt erkennen lassen, im Gebiete unter 40 m Wellenlänge. Zwischen 5 m und 40 m ist z.B. die Letalitätszeit von Mäusen, - d. i. die Zeit, die zu ihrer Tötung notwendig ist - , der Kondensator-Feldenergie proportional, unter 5 m ergeben sich periodische Schwankungen dieser Abhängigkeit.

Dieser Umstand lässt bereits die Vermutung aufkommen, dass neben der Hitzewirkung, die allein von der Feldenergie und spezifischen Beschaffenheit des im Felde befindlichen Körpers abhängt, noch andere biologisch wirksame "Komponenten" vorhanden sein müssen. Durch meine Untersuchungen, welche ich seit längerer Zeit im Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien durchführe, konnte ich unter anderem den Nachweis erbringen, dass diese Vermutung zu Recht besteht und neben der Hitzewirkung noch eine "spezifisch elektrische" Wirkung vorhanden ist. Es zeigte sich nämlich auf kolloidchemischem und serologischem Gebiete bei ganz bestimmten Frequenzen eine maximale Wärmeerhöhung bei gleichbleibender Feldenergie. Dieses Verhalten lässt bei näherer Untersuchung deutlich einen mechanisch-elektrischen Resonanzeffekt im molekularen Komplexe erkennen. Verschiedene Schwierigkeiten in technisch-physikalischer Hinsicht mussten durch Schaffung von speziellen Senderapparaturen und Messgeräten beseitigt werden. Die Versuche wurden größtenteils mit geringen Energien durchgeführt. (...)

Beim Zustandekommen biologischer Effekte dürfte (...) die spezifisch elektrische Komponente eine große Rolle spielen, wie es meine bisherigen Versuche erkennen lassen. Die Erforschung dieses Gebietes geht leider infolge der Kostspieligkeit der Versuche und Spezialröhren sehr langsam vor sich. (...) Die biologische Wirkung der kurzen Wellen beschränkt sich nicht nur auf das im Sender befindliche geschlossene Kondensatorfeld. Auch die Umgebung eines Kurzwellensenders zeigt merkbare Einflüsse auf den Organismus, wie die diversen Beobachtungen lehren.

So leiden z.B. Menschen, die in der unmittelbaren Nähe eines solchen Senders lange Zeit beschäftigt sind, unter Temperatursteigerungen, Mattigkeit und Kopfschmerzen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Körperlänge des betreffenden Menschen ungefähr gleich der halben Wellenlänge des Senders ist. Der Körper wirkt dann wie eine in ihrer Eigenwellenlänge erregte Dipolantenne. Da die Körpergröße zwischen 1,50 und 2 m schwankt, so wirkt sich diese Erscheinung hauptsächlich bei sehr starken Sendern aus, die auf der Welle 3 bis 4 m arbeiten.

Irgendwelche ernstere Schädigungen solch offener Kurzwellenfelder sind nicht bekannt, wohl deswegen, weil die Wirkung im Vergleich zum geschlossenen Kondensatorfeld sehr gering ist.

Verwendet man beim Sender eine gerichtete Strahlungsantenne, so ergibt sich ebenfalls ein gerichtetes, biologische Wirkungen zeigendes Feld. Man kann dann auf Distanz einen Hitzeeffekt hervorrufen. In dieser Art mögen wohl die seinerzeit Sensation erregenden "Todesstrahlen" eines Engländers gewesen sein. Vorläufig ist aber nicht zu befürchten, dass diese gerichteten Kurzwellenfelder für militärische Zwecke ein brauchbares Kampfmittel abgeben. Die Energien, die hierzu nötig wären, sind noch viel zu phantastisch groß.

Therapeutische Versuche im elektrischen Kurzwellenfeld

(Anmerkung: Die Versuche wurden mit Hilfe der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft ausgeführt, der ich auch hier meinen Dank ausspreche.)

Von Privatdozent Dr. Erwin Schliephake
In: Klinische Wochenschrift 9, Nr. 50, 2333-2336 (1930)

In früheren Arbeiten konnte über die eigenartigen Erscheinungen berichtet werden, die bei Lebewesen unter dem Einfluß sehr kurzer elektrischer Wellen auftreten: Wurden Tiere in das Kondensatorfeld eines mit dem Kurzwellensender gekoppelten Sekundärkreises gebracht, so stieg ihre Körperwärme sehr stark an. Wenn die Behandlung über eine gewisse Zeit hinaus andauerte, so starben die Tiere. Bei Menschen, die sich sehr lange Zeit hindurch in der Nähe solcher Sender aufgehalten hatten, stellten sich nervöse Erscheinungen ein, die sich bei fortgesetztem Arbeiten am Sendegerät bis zu außerordentlicher Trägheit und Entschlussunfähigkeit steigern konnten, so dass die Arbeiten unterbrochen werden mussten. (...)

Wenn das Gehirn längere Zeit hindurch einem sehr starken Feld ausgesetzt worden war (...) traten *Störungen der Wärmeregulation* auf, die sich Wochen hindurch in Fieberbewegungen oder Untertemperaturen (je nach Dosis) manifestierten; fast alle Tiere mit Störungen dieser Art starben nach einigen Wochen an Pneumonien oder Pleuritiden. (...)
Ich selbst und meine Mitarbeiter haben wiederholt die verschiedensten Körperteile (Arme, Bauch und Kopf) verhältnismäßig starken Kondensatorfeldern mit 6-8 Ampere ausgesetzt, ohne dass sich von 1926 bis jetzt irgendwelche Spätschäden bemerkbar gemacht hätten. Die schon oben erwähnten *nervösen Beschwerden* kommen dadurch zustande, dass der menschliche Körper die freie Strahlung als Antenne auffängt, wobei möglicherweise die Körperlänge in ihrer Beziehung zur Wellenlänge eine Rolle spielt. Die Störungen sind objektiv durch Bestimmung der Chronaxie (Anmerkung: Zeit die ein Strom von doppelter Stärke der Rheobase benötigt, um einen Nerv zu Beeinflussen, wobei Rheobase der mindestens notwendige Gleichstrom ist, der zur Beeinflussung eines Nervs benötigt wird) nachzuweisen.

Die Herren v. Knorre und Johannes fanden bei derartigen Messungen zum Teil Werte, die von den normalen sehr stark abwichen. Allerdings konnte gezeigt werden, dass nach 14tägiger Erholung wieder völlig normales Verhalten eintrat. Auf Grund dieser Befunde ist in Zukunft dringend zu fordern, dass Kurzwellensender mit geerdeten metallenen Schutzkäfigen umgeben werden, durch welche bei richtiger Anordnung die ausgestrahlten Wellen fast vollkommen abgeschirmt werden können. Solche Schirme werden zweckmäßig in der Art japanischer Vorhänge aus nebeneinanderhängenden und miteinander verbundenen Ketten gebildet und behindern dann die Arbeit am Sender überhaupt nicht.

Dieser Artikel steht in Bezug zum vorhergehenden und verdeutlicht, daß bereits 1932 die Auswirkungen von Radiofrequenzstrahlung intensiv erforscht wurden.

Die Beeinflussung vegetativer Zentren im Kurzwellenfeld

B. Ostertag
In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1932, Nr. 32, S.1240-1241

Wie in der vorhergehenden Abhandlung von Schliephake (Anmerkung: Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet) dargelegt, wies ein Teil der in der Hals und Nackengegend den Kurzwellen ausgesetzten Kainchen stärkere Störungen in der Wärmeregulation auf. Ganz grob sind 3 Gruppen zu unterscheiden, einmal die Tiere, die annähernd poikilotherm werden, also die, die die sonst beim Kaninchen stark ausgeprägte Fähigkeit selbst bei Temperaturschwankungen großen Umfanges die Körperwärme zu regulieren, verloren hatten. Eine zweite Gruppe war hyperthermisch und ging (ohne Rücksicht auf die Außentemperatur) von Temperaturen um 41 ° herum überhaupt nicht mehr herab, und eine dritte Gruppe hatte die Fähigkeit verloren, auf Pyrifer mit Fieberanstieg zu reagieren, die Tiere konnten die Körpertemperaturen nur innerhalb beschränkten Umfangs angleichen. Von diesem Verhalten der besendeten Tiere konnten wir uns im eigenen Versuchsstall über längere Zeit hindurch überzeugen. Über die Wellenlänge und die Intensität der Besendung war mir zunächst nichts bekannt, und so ist es von besonderem Interesse, dass die verschiedenen Typen und die verschiedenen anatomischen Befunde konform gehen mit der Anwendung verschiedener Wellenlängen.

Am interessantesten und deshalb vorangestellt seien diejenigen Tiere, die mit der Wellenlänge Lambda = 3,20 m besendet worden waren. Diese hatten ausgesprochene Störungen in der Temperaturregulation und reagierten nicht mehr mit Fieberanstieg auf die Pyriferinjektionen, was sie vor der Besendung eindeutig getan hatten. Bei ihnen fand sich nun in geradezu photographischer Treue eine schwere Erkrankung gewisser Zellkomplexe im kaudalen Drittel des vegetativen Oblongatakernes (sogenannter dorsaler Vaguskern), und zwar gerade kaudalwärts der Gegend, in der nach F.H. Lewy bei Extirpation des Pankreas eine retrograde Zellerkrankung aufzutreten pflegt, bzw. auch in der Region, in der wir vegetative Zentren für Lunge und Nebenniere mit anzunehmen haben. Die weiter vorn gelegenen Partien waren meist nicht betroffen. (...)

In den ausgesprochensten Fällen sehen wir schwere vakuolige Zellerkrankungen (Daß es sich etwa um reine Hitzeschädigung der großen somatochromen Zellen handelt, konnte ausgeschlossen werden.), im Verlauf deren die Silberfibrillen zugrundegehen und schließlich die Zellen selbst verschwinden. Echte Neuronophagie ist kein seltenes Bild. Läßt man diese Tiere nun lange genug leben, dann bekommt man in den periventrikulären Kernen, und zwar vorwiegend in einem Kerngebiet medial der Fornixsäule (...) Zellerkrankungen: zunächst das typische Bild der primären Reizung, das aber doch zum allmählichen Zelltod (Ausfall und Narbe) führt. In diesem Kerngebiet liegt auch oral, wie wir seit langem wissen, das Wärmezentrum, und wir haben somit feststellen können, dass die geschilderte Einwirkung der kurzen Wellen primär die Zellen im vegetativen Oblongatakern schädigt, von wo aus auch eine sekundäre Degeneration der Infundibulumkerne erfolgt. (Die Störung in der Wärmeregulation selbst dürfte über die peripheren Körperparenchyme (Nebenniere, Pankreas?) gehen. Wir werden sie wohl mit Recht auf eine gesteigerte Verbrennung der Kohlenhydrate zurückführen müssen, wofür auch Stoffwechseluntersuchungen bezüglich des Zuckers zu sprechen scheinen. Die Übereinstimmung der Regulationsstörungen mit früheren experimentellen Untersuchungen (besonders F.H. Lewy und seine Mitarbeiter) sprechen in dem gleichen Sinne.

Während die Wellen um 3,20 m einer deutlichen Auswirkung auf bestimmte Zellgebiete fähig sind, sind die etwas längeren Wellen - es wurde mit solchen von 6 m abwärts gearbeitet - weniger elektiv wirksam. Es müssen nach den weit über das gesendete Feld hinausgehenden Wirkungen Beugungen, Reflexionen und Irradiationen stattgefunden haben. Wir finden neben der geringeren Schädigung der oben besprochenen vegetativen Kerne auch noch andere Zellelemente im verschiedensten Sinne geschädigt, insbesondere bei starker Feldeinwirkung, bei größerer Ampèrezahl: nämlich eine allgemeine Erkrankung der Nervenzellen, die auch gelegentlich im klinischen Bilde in motorischen Reizerscheinungen ihren Ausdruck findet. Mitunter gelingt es auch, bei den Wellen von 4,50 m abwärts und einer entsprechenden Feldstärke (...) Schädigungen am vegetativen Oblongatakern zu setzen, jedoch sind diese weitaus geringerer Art als die mit der noch

kürzeren Welle gesetzten Schädigungen der genannten Kerne. Diese Tiere gehören zu der Gruppe, die dauernd hypertherm waren, was ich als Folge eines Reizzustandes der fraglichen Zentren auffassen möchte. Bei längerer Besendung wurden noch mehr diffuse Schädigungen gesetzt, insbesondere neben dem vegetativen Oblongatakern, auch besondere Zellen im vegetativen Trigeminuskern und seitlich des Strickkörpers geschädigt; und bei diesen Tieren trat außer der Störung in der Wärmeregulation auffallend häufig eine Pneumonie ein. (...)

Wie sollen wir uns die Wirkung der Wellen vorstellen? Wahrscheinlich ist nur das eine, dass der Effekt auf der lokalen Wirkung der elektrischen Energie in der Zelle beruht. Welche Wellenlänge tatsächlich nun in dem Zellprotoplasma wirksam ist, wissen wir heute noch nicht, denn ein großer Teil der Wellenlänge und Energie wird abgewandelt beim Durchdringen des Haarkleides und des Knochens. Sicher ist nur, dass bei längeren Wellen wesentlich mehr abgelenkte und seitlich sich verbreitende Wellen Bedeutung gewinnen, denn hier geht die Wellenwirkung über das Kondensatorfeld weit hinaus. Infolgedessen haben auch die gefundenen Werte nur für das Kaninchen Gültigkeit, bei anderen Tieren wirkt Knochen und Haarkleid entsprechend anders.

Die Anwendung der Kathoden-Generatoren der Schall- und Diathermie-Frequenz für Heilzwecke

A. Michailoff, leitender Arzt des Moskauer Gouvernementsinstituts für physikalische Therapie.
In: Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie, Band 30, S. 209-214, Berlin 1925

(S.210) (Es wurde der Versuch unternommen,) für Heilzwecke den Kathodengenerator der Schallfrequenz auszunutzen, da dieser Art Wellen den physiologischen Verhältnissen lebender Organismen entsprechen. Der erste Apparat ist vom Physiker S.N. Rshewkin nach unseren Angaben im Institut für biologische Physik des Akademikers P. Lasareff mit einer Schwingungsfrequenz von 50-4000 gebaut worden. Mit dieser Art Generator hat Rshewkin das Nernstsche Gesetz von der Nerven- und Muskelerregung bei Wechselströmen in den Grenzen von 50-6000 Schwingungen in der Sekunde nachgeprüft. Der Versuch gelang. Der Kathodengenerator erwies sich als eine wertvolle Neuerung zur Heilung aller Art Neuritiden und Neuralgien, die der Heilung mit anderen Strömen schwer zugänglich waren.

Um mit den auf die Radiofrequenzstrahlung aufmodulierten niederfrequenten Informationen (zum Beispiel Pulse gleicher Länge und Pulswiderholraten wie sie die Nerven zur Weiterleitung von Informationen benutzen oder niederfrequente Wellen die in ihrer Form und Frequenz dem EEG entsprechen) das Nervensystem beeinflussen zu können, muß die modulierte Hochfrequenz gleichgerichtet werden, wie es in Radioempfängern mit Hilfe einer Diode, also eines Halbleiters der den Strom in einer Richtung sperrt und in der anderen fließen lässt, geschieht. In der Zelle hat die Membran Halbleitereigenschaften, so dass sie in der Lage ist, modulierte Hochfrequenz zu demodulieren, so dass die demodulierten Ströme die Zellen beeinflussen können. Diese Halbleitereigenschaft der Zellmembran wurde bereits 1941 beschrieben.

Electrical Rectification in Single Nerve Fibers, Rita Guttman; Kenneth S. Cole. In: Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine (N.Y.) 48: 293-297, 1941.

Elektrische Gleichrichtung in einzelnen Nervenfasern

Der elektrische Widerstand eines gewöhnlichen Leiters ist unabhängig von der Stärke oder Richtung eines durchgeleiteten Stromes und ein solcher Strom kann in beiden Richtungen mit gleicher Leichtigkeit fließen. Es hat allerdings Vermutungen gegeben, dass der Strom in der Membran einer Nervenfaser leichter in der einen als in der anderen Richtung fließen kann. Oder anders ausgedrückt dass die Membran einer Nervenfaser sich wie ein Gleichrichter und nicht wie ein einfacher Widerstand verhält. (...)
Die Riesennervenfaser des hintersten Sternnerven des Tintenfisches Loligo pealii wurde in den Versuchen verwendet.(...) (S.295) Die Versuche wurden an 31 einzelnen Nervenfasern durchgeführt. (...) Wenn die Nervenfaser vollständig abgestorben ist, verhält sie sich nach dem Ohmschen Gesetz und der Widerstand ist unabhängig vom Strom (Bild 2D). Wenn die Faser lebt, folgt sie nicht dem Ohmschen Gesetz und der Widerstand hängt von der Stromstärke ab (Bilder 2A, 2B und 2C). Das bedeutet, dass die lebende Nervenfaser ein Gleichrichter ist und dass sie den Strom leichter aus der Zelle heraus als in die Zelle hinein fließen lässt. Während des Absterbens der Nervenfaser zeigt sie immer geringere Gleichrichtung. Es war möglich einen Zusammenhang zwischen der Gleichrichtung und Änderungen in Ruhepotential und Erregbarkeit durch gleichzeitige Messungen an derselben Nervenfaser zu zeigen (Bild 2). Mit der Zeit erreicht das Ruhepotential einer Nervenfaser den Wert Null. Die Erregbarkeit wurde durch die Messung des Aktionspotentials mit einem Kathodenstrahloszillographen gemessen. In Bild 2A und 2B war die Nervenfaser erregbar. In Bild 2C gab es Hinweise auf eine lokale Reaktion, aber ein Impuls wurde nicht weitergeleitet. In Bild 2D gab es nicht einmal eine örtliche Reaktion und es fand auch keine Gleichrichtung statt.

Membranpotential- und Impedanzmessungen zeigen dass die Gleichrichtung in der Membran stattfindet und man kann wohl annehmen dass die Leitfähigkeit ein Maß für die Ionendurchlässigkeit ist. (...) Eine Erklärung der Gleichrichtung liegt noch nicht vor. Eine solche Erklärung würde wahrscheinlich auch gleichzeitig die Ionendurchlässigkeit der Membrane erklären.

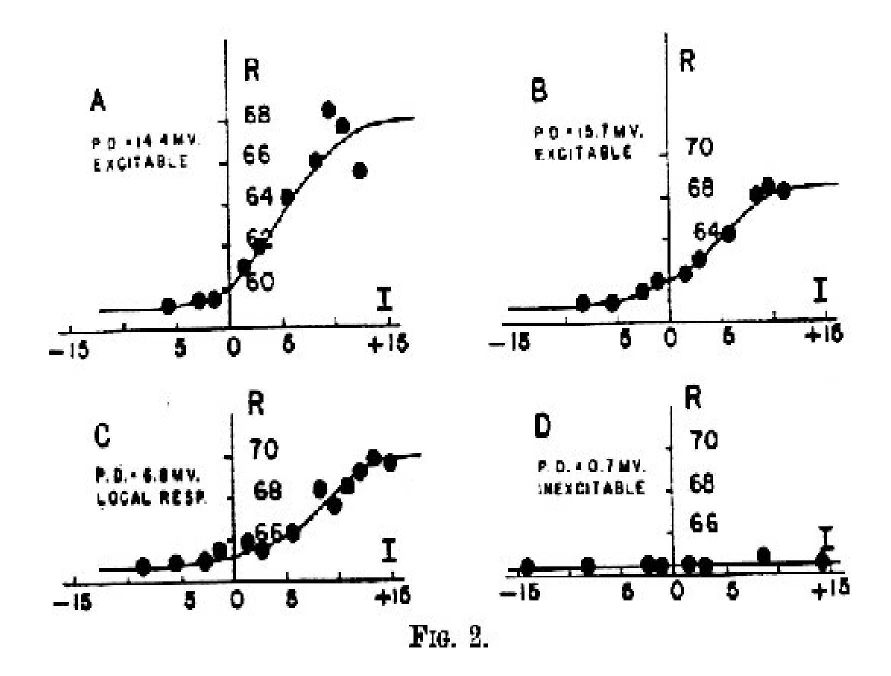


FIG. 2.

Verlust der Gleichrichtung einer Riesennervenfaser eines Tintenfisches. Vergangene Zeit nach der Entnahme des Nerven: A 6 Min; B 45 Min; C 1 Stunde 30 Min.; D 6 Stunden 30 Min. Strom in Mikroampere I gegen Widerstand in tausend Ohm R. Positiver Strom zeigt dass die positive Elektrode mit einem intakten Teil der Nervenfaser in Verbindung ist. Ruhepotential und Erregbarkeit sind für jeden Versuch angegeben.

Über die biologische Wirkung der kurzen Wellen

G. Izar; P. Moretti
In: Klinische Wochenschrift 13, Nr. 21, 1934, S.771ff

(...) Nach der Mehrzahl der Autoren sind die besonderen biologischen Eigenschaften dieser Wellen an die elektrischen Schwingungen gebunden, ohne irgendeinen Wärmeeffekt in Betrachtung zu ziehen. Diese besondere Wirkung wird Schwingungswirkung oder auch Vibrationseffekt genannt. Sie wurde schon von Arsonval in der Hochfrequenz geklärt, indem er mit Charrin, Bonomo, Vincla, Vascini, Dubois und Phisalix bewies, dass durch Hochfrequenzwirkung der Pyocyaneusbacillus abgeschwächt wird und seine chromogenen Eigenschaften verliert; daß das Diphterietoxin unwirksam wird, während es trotzdem seine Immunitätseigenschaften behält; dass die toxische Wirkung des Kobragiftes herabgesetzt wird. Gleichzeitig spricht Arsonval auch von einer ausgesprochen schmerzstillenden und tonusvermindernden Wirkung

Ähnlich fanden Schliephake und Haase eine bakterientötende Wirkung der kurzen Wellen (KW.) auf den Staphylococcus albus; Seidel sterilisierte Milch und Nahrungsmittel; Esau verhinderte das Wachstum der Tuberkelbacillen in infizierten Mäusen mit der Wellenlänge 2 m, (...) während Mellon, Szymanowski und Hicks das Diphterievirus abschwächten; Schliephake (bestätigt durch Pflomm) spricht von spezifischer Wirkung auf Karbunkel und Furunkel, und Raab konnte prompte Heilwirkung auch in akuten gynäkologischen Leiden erzielen. Schliephake und Compere fanden in unlängst ausgeführten Versuchen eine Verminderung der Oberflächenspannung in den mit KW. behandelten Kolloiden, eine Beschleunigung der Sedimentierungsgeschwindigkeit und eine Erhöhung des globulären Widerstandes im behandelten Blute.

Diese Versuche leiden alle an dem Fehler, dass eine Trennung der Wärmewirkung von dem elektromagnetischen Schwingungseffekt und die Bestimmung der resp. Koeffizienten undurchführbar ist.

Interessanter sind die Versuche von Carpenter, kontrolliert von Levaditi, Halphen, Auclair und Vaisman: in 50 % der mit syphilitischem Virus infizierten und mit Kurzwellen bestrahlten Kaninchen beobachtete man nicht nur das Ausbleiben jeglicher Syphilombildung, sondern es erwiesen sich sogar die Lymphdrüsen in der nächsten Umgebung als steril. Sehr wenig weiß man hingegen von der biologischen Wirkung dieser kurzen Wellen in vivo und hauptsächlich im Menschen.

V. Öttingen und Schultze-Rhonhof bemerkten in den in ein kurzwelliges Feld gebrachten Kaninchen Zerfall der roten Blutkörperchen und Leukozytose; Pflomm eine verlangsamte Koagulationsgeschwindigkeit bei Ratten; Schliephake und Noelle ein unregelmäßiges Verhalten der Erythrocyten des Menschen; Pflomm beobachtet eine Vermehrung des Blutzuckers, während die gleichzeitige Reaktion des Blutserums in eine saure übergeht. In einer Reihe von Mitteilungen, die in verschiedenen italienischen Zeitschriften erschienen sind, haben wir die Ergebnisse unserer Forschungen mitgeteilt, die wir mit dem Kurzwellenapparat der Fa. Siemens ausführten; Dieser Apparat erlaubt es, mit Wellenlängen von 4-8-15 m und vollkommener Resonanz zu arbeiten.

Indem wir die Ergebnisse unserer Versuche an lebenden und toten Tieren kurz zusammenfassen, können wir folgendes feststellen:

1. Die Bestrahlung der Nierengegend während 20 Min. mit Wellenlänge 4 und 15 m hat keinen Einfluß auf den Harnstoffgehalt des kreisenden Blutes, indessen wird der besagte Harnstoffgehalt durch eine 20 Min. dauernde Bestrahlung mit Wellenlänge 8 m ohne weiteres herabgesetzt; dieser Verminderung des Blutharnstoffs entspricht keine Erhöhung des Urinharnstoffs. (...)

3. Die Behandlung der Leber-Pankreas-Gegend bei Menschen, deren blutbildendes System frei von Verletzungen war, mit Wellenlänge 8 m während 20 Min., ruft in der Mehrzahl der Fälle eine Herabsetzung der roten Blutkörperchen, zusammen mit Leukocytose und Lymphocytose, hervor; diese zahlenmäßigen Unterschiede sind aber nur von kurzer Dauer.

4. (...) Bac. paratyphicus A, welcher durch Bestrahlung von 20 Min. mit Wellenlänge 8 und 15 m in seiner Entwicklung gar nicht beeinflusst wird, erleidet eine Beeinflussung durch die Bestrahlung mit Wellenlänge 4 m, denn die Aussaaten in Agaragar der Bouillonkulturen wachsen kaum oder gar nicht nach einer Bestrahlung mit Wellenlänge 4 m. Aber der Bangsche Bacillus zeigt keine Veränderung bei

einer Bestrahlung mit Wellenlänge 15 m, wird dagegen in seinen Stämmen von Wellenlänge 4 und 8 m verschiedenartig beeinflusst: so z.B. wird Stamm T gar nicht von der Bestrahlung mit Wellenlänge 4 m beeinflusst; hingegen wird Stamm R, ebenfalls unberührt von Wellenlänge 8 m, durch Bestrahlung mit Wellenlänge 4 m abgetötet. Endlich haben alle drei von uns geprüften Stämme von Micrococcus Brucei sich in der Bestrahlung mit KW. in gleicher Weise verhalten: indifferent gegenüber Wellenlänge 15 m werden sie abgetötet von Wellenlänge 8 und 4 m.

5. Frisches Menschenserum, welches Typhusbacillen und Micrococ. Brucei agglutiniert, verliert nach 20 Min. langer Bestrahlung mit 15 m Wellenlänge nichts von seiner Agglutinierfähigkeit, während dasselbe Serum, 20 Min. lang mit 4 und 8 m Wellenlänge (bestrahlt,) in der Mehrzahl der Fälle seine Agglutinierbarkeit fast völlig oder ganz verliert.

6. Die Bestrahlung eines syphilitischen Serums während 20 Min. und mit 4-8-15 m Wellenlänge ändert nichts an seiner spezifischen antikomplementären Wirksamkeit, während dieselbe Behandlung eine Steigerung der unspezifischen antikomplementären Wirksamkeit hervorruft, gleichgültig ob das Serum von einem Individuum mit positiver oder mit negativer WaR. stammt. Die erwähnte Steigerung der unspezifischen antikomplementären Wirksamkeit ist, innerhalb der von uns studierten Wellenlängen, der Wellenlänge umgekehrt proportional: am größten für 4 m, am kleinsten für 15 m Wellenlänge.

7. Die 20 Min. dauernde Bestrahlung mit 4-8 m Wellenlänge hat keinen Einfluß auf den Komplementwert von Meerschweinchenserum, während dieselbe Bestrahlung, aber mit 15 m Wellenlänge, scheinbar die Komplementwirkung des Serums erhöht.

8. Die Bestrahlung während 15-30-45 Min. mit 4 und 15 m Wellenlänge zeigt keine Einwirkung auf die proteolytische Wirksamkeit einer Pepsinlösung, während die genannte Wirksamkeit derselben Lösung durch 15 Min. lange Bestrahlung mit 8 m Wellenlänge gesteigert wird. Diese Steigerung wird noch deutlicher, wenn man die Bestrahlung auf 30-45 Min. ausdehnt.

9. Die 45 Min. lange Bestrahlung (in 3 Sitzungen, an abwechselnden Tagen, zwischendurch erfolgt die Impfung mit Antigen) steigert sehr deutlich die Bildung von agglutinierenden Substanzen in den immunisierten Tieren. Dieser Effekt ist jedoch viel stärker in den mit 15 m Wellenlänge bestrahlten Tieren als in solchen, die mit 8 m bestrahlt wurden; vielleicht im Zusammenhang mit der allgemein schädlichen Wirkung dieser Wellenlänge auf den Meerschweinchenorganismus, welche auch durch den Tod von fast der Hälfte der Versuchstiere zutage tritt.

10. Die 45 Min. lange Bestrahlung mit 15 m Wellenlänge (in 3 Sitzungen an abwechselnden Tagen, zwischendurch erfolgte die Antigenbehandlung) steigert in deutlichster Weise die Bildung von spezifischen Präcipitkinen nur bei immunisierten Tieren. (...)
Die Bestrahlung mit Wellenlängen 4-8-15 m steigert in deutlicher Weise die katalytische Wirksamkeit des kolloidalen Kupfers (Elektrocupol Clin) bezüglich der Zersetzung H2O2. Wellenlängen zwischen 4 und 15 m beeinflussen in verschiedener Weise die katalytische Wirksamkeit des Kolloids: es scheint aber, dass die kürzeren Wellenlängen größere Wirksamkeit entfalten.

Die Bestrahlungsdauer beeinflusst in wechselndem Maße diese besondere begünstigende Wirkung: aus unseren Versuchen geht jedoch eine scheinbar paradoxe Erscheinung hervor, nämlich dass die 40 Min. lange Bestrahlung eine geringere katalytische Wirksamkeit auslöst, als eine solche von nicht nur 60 Min., sondern auch von 20 Min.: diese zeitlichen Wirkungsunterschiede wiederholen sich für alle drei untersuchten Wellenlängen. (...) Es darf (...) als bewiesen gelten, dass die anorganischen, nach der Bredigschen Methode hergestellten Kolloide durch eine Kurzwellenbesendung eine Steigerung ihrer katalytischen Wirksamkeit erfahren können.

Histamin im Blut und Gewebe unter dem Einfluß von Kurzwellen, Diathermie und Fango.

F. Hildebrandt
In: Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 197: 148-160, 1941 (Leipzig)

(...) (Es) sind Gefäßreaktionen unter Kurzwellendurchflutungen sichergestellt. In der menschlichen Therapie treten sie eindeutig zutage, der durchflutete Bezirk zeigt eine vermehrte Blutfülle, auch subjektiv lässt sich ein intensives Wärmegefühl feststellen. Die Gefäßreaktionen zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit der Wirkung des Histamins, dem in neuerer Zeit auch eine Rolle bei der Durchströmungsregulierung der Gewebe zugesprochen wird. Es war daher verlockend einmal zu untersuchen, ob unter dem Einfluß der Kurzwellen Änderungen des Histamingehaltes im Blute und Gewebe eintreten würden. (...)
Begonnen wurde zunächst mit Versuchen an Hunden, deren Thorax oder Bein 1/2 Stunde mit Kurzwellen durchflutet wurde. (...)

Die Resultate waren nicht gleichmäßig und zwar weder in Bezug auf die Dauer, noch auf den Zeitpunkt des Eintritts der Änderung des Histamingehalts im Blute. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, dass bei negativ verlaufenen Versuchen die Änderung des Histamingehalts vielleicht nicht erfasst worden ist. Bei manchen Tieren trat nämlich im Anschluß an die Durchflutung eine sofortige Steigerung des Histamingehalts (bestimmt im Gesamtblut) auf, die ebenso schnell verschwand, wie sie eingetreten war. Es ist also gut möglich, dass in einer Reihe von Versuchen das Maximum der Steigerung überhaupt nicht erfasst wurde, weil zu dieser Zeit keine Blutentnahme erfolgte. Im einzelnen ergaben sich folgende Resultat:

Versuche mit Durchflutung des Thorax. Wir verfügen über 11 Versuche.

Tabelle1. Versuche mit Thoraxdurchflutung beim Hund. Dauer der Durchflutung 1/2 Stunde, in den mit * bezeichneten Versuchen 1 Stunde. Histamingehalt im Blute in gamma/ccm (*Anmerkung: Mikrogramm/ccm*).

Versuch Nr.	Vor KW	sofort	1Std.	2Std.	3Std.	4Std.	5Std.	7Std.	8Std.	22Std.	24Std.
1	0,068	-	0,50	-	0,25	-	-	0,2	-	-	0,02
2	0,10	-	0,04	-	0,04	-	-	0,2	-	0,16	-
6	0,066	0,134	-	0,10	-	0,02	-	-	0,03	-	-
5	<0,05	0,066	-	0,134	-	-	0,10	-	0,066	-	0,04
3	0,06	-	0,134	-	0,166	-	-	0,09	-	-	-
20	0,10	0,10	0,0825	-	0,086	-	0,25	-	-	-	-
17	0,10	0,066	0,05	0,20	-	0,10	-	0,10	-	-	-
15	0,10	0,06	0,075	0,075	-	-	-	0,075	-	-	0,0625
12*	0,067	0,20	0,14	0,30	0,10	-	0,075	0,075	-	-	-
11*	0,083	0,05	0,05	-	0,12	-	0,10	0,04	-	-	-
10*	0,066	0,06	0,10	0,16	0,04	-	0,08	-	-	-	-

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist der Anstieg der Histaminwerte im Blute bei den einzelnen Hunden verschieden hoch und auch von verschieden langer Dauer. Auch der Eintritt des Maximums der Steigerung läßt keine Gesetzmäßigkeit erkennen. In manchen Versuchen tritt sofort im Anschluß an die Kurzwellendurchflutung eine Steigerung ein, meistens ist aber zu diesem Zeitpunkt noch keine Änderung des Histamingehalts festzustellen, oder sogar eine leichte Erniedrigung. Gewöhnlich tritt das Maximum eine bis mehrere Stunden nach der Durchflutung auf und geht langsam wieder auf normale oder auch deutlich erniedrigte Werte gegenüber dem Ausgangshistamingehalt zurück. In einem Versuch (Nr. 15) blieb sogar jede Steigerung aus, und es war nur eine Erniedrigung, allerdings geringfügigen Ausmaßes festzustellen. Es muß auch hier wieder hervorgehoben werden, dass uns in einem oder dem anderen Versuch das Maximum der Steigerung entgangen sein kann, weil schon aus äußeren Gründen nicht regelmäßig alle 1-Stundenwerte erfasst werden konnten, und so zumal bei nur

vorübergehender Erhöhung des Histamingehalts die Steigerung in die Stunden hineingefallen sein kann, in denen gerade kein Blut entnommen wurde. Immerhin besteht kein Zweifel daran, dass im Anschluß an die Kurzwellendurchflutung, und zwar entweder sofort oder auch im Laufe der nächsten Stunden der Histamingehalt im Blute beträchtlich erhöht ist.

Versuche mit Beindurchflutung. In einer weiteren Versuchsserie wurde das Hinterbein von Hunden 1/2 Stunde lang mit Kurzwellen durchflutet.

Tabelle 2. Versuche mit Beindurchflutung beim Hund. Dauer der Durchflutung 1/2 Stunde (in Versuch Nr. 54 3 Stunden). Histamingehalt im Blute in gamma/ccm (*Anmerkung: Mikrogramm/ccm*). Blutentnahme aus der Vene des durchfluteten Beines.

Versuch	Vor KW	Während KW		N a c h K W							
Nr.		1Std.	2Std.	sofort	1Std.	2Std.	3Std.	4Std.	5Std.	7Std.	22.Std.
4	0,010	-	-	0,010	-	<0,010	-	0,02	-	0,06	-
22	0,01	-	-	0,05	0,05	0,05	0,05	-	-	0,033	0,1
21	0,30	-	-	0,1	0,25	0,25	0,25	-	-	0,12	-
23	0,075	-	-	0,075	0,10	0,10	2,0	-	-	0,05	0,063
26	0,05	-	-	0,07	0,60	0,10	0,10	-	0,067	0,083	0,083
28	0,075	-	-	0,083	0,043	0,033	0,037	-	0,05	0,05	0,05
29	0,075	-	-	0,066	0,05	0,06	0,05	-	0,05	0,066	-
51*	0,0375	-	-	-	0,044	0,066	-	0,10	-	0,025	-
54	0,075	0,06	0,042	0,033	0,025	0,017	0,05	0,025	0,025	0,02	-

Histaminbestimmung nicht aus Vena fem., sondern aus Art. brach.

In einem Versuch (Nr. 51) wurde das Histamin im arteriellen Blute bestimmt in Analogie zu den Durchflutungsversuchen am Thorax. Es ergab sich wieder die übliche Steigerung des Histamingehalts mit einem Maximum nach 4 Stunden. Bei den anderen Tieren wurde das Blut aus der direkt aus dem durchfluteten Gewebe stammenden Vene entnommen, und zwar deswegen, weil angenommen werden konnte, dass dieses Blut einen besonders hohen Histamingehalt aufweisen würde, da es sich noch nicht mit dem aus den nicht durchfluteten Körperpartien stammenden Blut gemischt hatte. Merkwürdigerweise waren aber die Histaminwerte in dem aus dem durchfluteten Gewebe stammenden Blut keineswegs stärker erhöht, wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, im Gegenteil, es wurde in der überwiegenden Mehrzahl der Versuche eine nur geringe Änderung der Histaminwerte gefunden, und zwar auch in einem Versuche (Nr. 54), in dem (...) die Durchflutung über den üblichen Wert von 1/2 Stunde auf 3 Stunden ausgedehnt wurde. Es besteht aber auch hier wieder die Möglichkeit, dass in den einzelnen Versuchen das Maximum der Steigerung der Histaminausschwemmung nicht erfasst wurde, weil gerade zu diesem Zeitpunkt keine Blutentnahme erfolgte. Auch muß daran gedacht werden, daß bei der Durchflutung des Thorax gerade die an Histamin so besonders reiche Lunge von den Kurzwellen erfasst wurde, und dass die Ausschwemmung von Histamin infolgedessen eine besonders starke und nachhaltige war.

Kurzwellen und Leukocyten.
(...) Am Kaninchen haben v. Oettingen und Schultze-Rhonhof wenige Minuten nach Kurzwellendurchflutung einen starken Abfall der weißen Blutzellen beobachtet, der nach 1-3 Stunden in eine Hyperleukocytose umschlug. Das Maximum wurde nach 3 Stunden erreicht, und erst nach 9-24 Stunden fanden sich wieder normale Leukocytenwerte. (...) Es war daher zunächst zu prüfen, ob auch beim Hund im Anschluß an Kurzwellendurchflutung eine Änderung der Leukocytenwerte auftritt. Dies war tatsächlich der Fall, wie aus Tabelle 3 hervorgeht.

Das Maximum der Leukocytose lag zu verschiedenen Zeiten, meistens in der Zeit zwischen der vierten und der siebenten Stunde. Auch ein Hund mit schon vorher bestehender sehr starker Leukocytose (Nr. 25) ließ in diesem Zeitraum noch eine Vermehrung der abnorm hohen Leukocytenwerte erkennen. 24 Stunden nach der Kurzwellendurchflutung war die Leukocytose auf etwa die Hälfte des ursprünglichen Ausgangswertes abgesunken. In einigen Versuchen war auch eine anfängliche Abnahme der Leukocyten festzustellen. (...)

Tabelle 3. Versuche mit Durchflutung beim Hund. Dauer der Durchflutung 1/2 Stunde. Leukocytenwerte (angegeben in 1000).

Versuch	Vor	Während KW		Nach KW								
Nr.	KW	10 Min.	20 Min.	Sofort	1/2Std.	1 Std.	2Std.	3 Std.	5Std.	7Std.	8Std.	24Std.
24	11,6	-	-	11,25	-	3,95	8,1	10,3	-	10,35	9,3	13,4
25	33,0	-	-	36,4	-	35,9	37,3	39,25	-	40,0	37,4	18,4
27	6,85	6,9	6,9	9,2	8,0	8,15	10,3	11,0	11,35	8,2	7,9	11,1
30	12,4	11,6	11,9	11,8	11,8	10,3	14,5	13,3	16,5	15,7	13,9	+
31	7,05	7,0	7,3	9,1	8,8	12,65	16,85	17,45	11,65	13,4	11,2	-
32	8,8	9,4	10,6	10,3	8,0	8,6	8,2	8,7	8,45	8,35	8,7	-

(...) Ebenso wie die Kurzwellen bewirkt auch die Diathermie eine starke Erwärmung des Gewebes, wenn auch dieselbe mehr die oberen Schichten betrifft. Es war daher zu prüfen, ob die gleichen oder ähnliche Änderungen im Histamingehalt des Blutes auch nach Diathermie auftreten würden. (...) Die Elektroden wurden 1/2 Stunde lang in der Gegend des unteren Thorax am Hund angelegt. Das Blut wurde wie üblich zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Behandlung aus der Femoralvene entnommen.
Die Versuche Nr. 7, 8 und 9 der Tabelle ergeben, dass auch die Diathermie die Bluthistaminwerte beeinflusst. Es kommt auch hier zu einem Maximum, das aber ebenso wie bei den Kurzwellenversuchen nicht ganz gleichmäßig liegt. Im ersten Versuch (Nr. 7) war die Hauptsteigerung nach 4 Stunden erreicht, in den beiden anderen nach 7 Stunden. Bei Versuch Nr. 8 war auch nach 24 Stunden noch der gleiche Höchstwert festzustellen, während im Versuch Nr. 9 zu diesem Zeitpunkt nurmehr eine geringe Erhöhung über den Ausgangswert nachzuweisen war. (...)

Tabelle7. Versuche mit Diathermie beim Hund (...). Diathermie1/2 Stunde, Platten am Thorax angelegt. Histamingehalt im Blut in gamma/ccm (*Anmerkung: Mikrogramm/ccm*)

Versuch	Vor Diathermie	Nach Diathermie						
Nr.		sofort	1Std.	2 Std.	4 Std.	7 Std.	24 Std.	48 Std.
7	0,15	0,134	-	0,08	0,25	0,06	0,134	-
8	0,10	0,10	-	0,08	0,146	0,20	0,20	-
9	0,06	0,80	-	0,60	0,06	0,20	0,10	-

(...)

Über den Einfluß der Kurzwellen, der Diathermie und des Fango auf den Histamingehalt im Blut und Gewebe

F. Hildebrandt
In: Klinische Wochenschrift, Jahrgang 19, Heft 12, März 1940, S. 270-271

(...) Unter dem Einfluß der von Schliephake in die Therapie eingeführten Kurzwellen (tritt) eine Steigerung des Histamingehaltes im Blut auf (...) . Die Versuche waren an Hunden angestellt worden, deren Thorax oder Beinmuskulatur 1/2 Stunde in ein Kurzwellenfeld von einer Wellenlänge von 3,5 m gebracht worden war. In den meisten Fällen stieg der Histaminwert im Blut nach etwa 1 Stunde erheblich an, und erreichte das Maximum von mehreren hundert Prozent Steigerung etwa 2-3 Stunden nach der Durchflutung. Im Laufe der nächsten Stunden kehrte das Histamin langsam zu normalen Werten zurück. Bei einzelnen Tieren trat die Histaminsteigerung im Blut sofort im Anschluß an die Durchflutung ein und erreichte dann besonders hohe Werte (bis zu 2 Gamma/ccm Blut (Anmerkung: Gamma = Mikrogramm, M.B.) gegenüber einem normalen Wert von 0,04 Gamma/ccm). Nur bei wenigen Tieren war die Steigerung der Histaminwerte nur geringfügig. Die unter dem Einfluß der Kurzwellen gebildeten oder in Freiheit gesetzten Histaminmengen müssen sehr erheblich sein, denn Versuche mit einmaliger intravenöser Injektion von Histamin in der Dosierung von 0,1 mg/kg ergaben ein sehr schnelles Verschwinden des Histamins aus dem Blute: bereits 5 Minuten nach der Injektion war die Erhöhung des Bluthistamins abgeklungen.

Anmerkung: Die Bestrahlung war in diesem Fall so stark, daß es zu einer starken Erwärmung (1-2 Grad) der Körpertemperatur der Tiere kam. Am Ende des Aufsatzes wird über die stärkere Gerinnung des Blutes der bestrahlten Tiere berichtet.

Die Einwirkung kurzer elektrischer Wellen auf das strömende Blut des Kaninchens

v. Oettingen, Kj.; Schultze-Rhonhof, F.
(Aus der Univ. Frauenklinik Heidelberg) In: Zentralblatt für Gynäkologie, Nr. 36, S. 2245-2251 (Leipzig 1930)

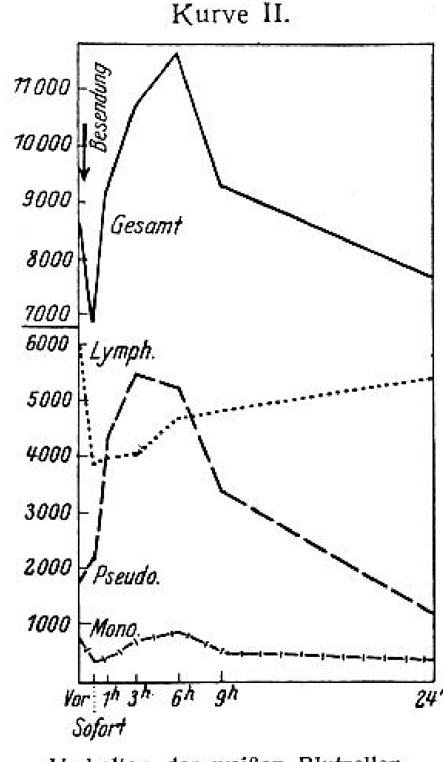
Bei dem Versuch, die Wirkung kurzer elektrischer Wellen, wie sie mit dem Kurzwellensender erzeugt werden, an biologischen Testobjekten zu studieren, erschien es besonders interessant, ihren Einfluß auf das strömende Blut kennen zu lernen. Gerade diese Untersuchungen dünkten uns als Auftakt für unsere weiteren Studien wichtig, da das strömende Blut nicht nur bei jeder Allgemein-, sondern auch bei jeder lokalen Bestrahlung Veränderungen erfahren muß, die sich sekundär - z.B. im Sinne der Nekrohormontheorie - auf andere Organe und den Gesamtorganismus auswirken können.(...)

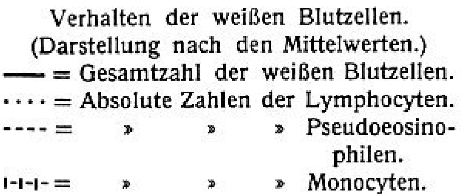
Als Versuchstiere benutzten wir männliche und weibliche Kaninchen, die stets unter den gleichen Futter- und Milieubedingungen gehalten wurden. (...)
In dem aus einer Vene auf der Dorsalseite eines Ohres entnommene Blut wurden die Zahlen der roten und weißen Blutzellen ermittelt und die Senkungszeit nach Westergreen bestimmt. (...)
Zunächst wurde an mehreren Tagen vor Beginn des eigentlichen Versuches bei jedem Tier der Normalgehalt an Blutzellen bestimmt. (...)

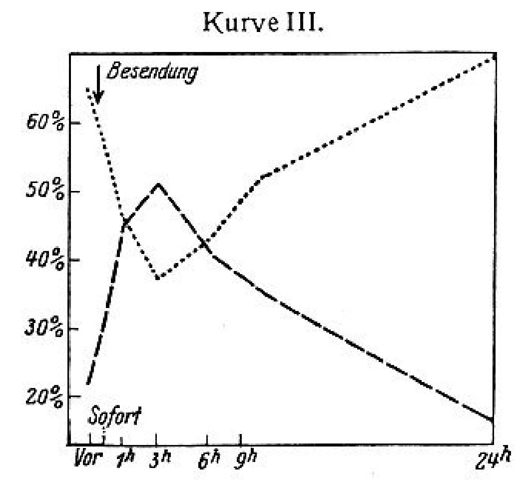
Am eigentlichen Versuchstag selbst wurde dann direkt vor Beginn des Versuches nochmals eine Bestimmung der weißen und roten Blutzellen nach Zahl und Art vorgenommen und auch die Senkungszeit des unbeeinflussten Blutes ermittelt. Die nächstfolgende Untersuchung des Ohrvenenblutes erfolgte sofort nach der Besendung, ihr schlossen sich weitere Prüfungen der gleichen Art nach 1, 3, 6, 9 und 24 Stunden an. (...)

Die Versuchstiere wurden in einem Holzkasten so in das Kondensatorfeld gebracht, daß die Tiere immer in toto besendet wurden. (...) Die Dosierung wurde stets konstant gehalten (Belastung von 16,5 Volt, 1,3-1,6 Amp. im Sekundärkreis, Plattenkondensatorabstand 22 cm, Sendedauer 15 Min), und die Kraftfeldeinwirkung dabei so gewählt, daß die Tiere vorübergehend deutlich erkrankten, sich aber wieder erholten. (...)
Das Verhalten der roten Blutzellen ist uncharakteristisch. (...)
Zur gleichen Zeit (wird) im Blutbild eine starke Schrumpfung der Erythrocyten sichtbar (...).
Klieneberger und Carl konstatierten allerdings bei ihren biologischen Untersuchungen am Kaninchen eine sehr geringe Resistenz der Erythrocyten, durch die allein vielfach Schrumpfungserscheinungen im Ausstrichpräparat zustande kommen. Man muß daher sicherlich bei einer Ausdeutung unserer Beobachtungen vorsichtig sein.

Für unsere Annahme spricht aber wohl die Tatsache, daß sich diese eben geschilderten Schrumpfungsvorgänge in den zeitlich späteren Ausstrichpräparaten wieder mehr und mehr zurückbilden. In einigen Fällen kam es nach dem den ersten Anstieg ausgleichenden Abfall nochmals zu einer Steigerung der Erythrocytenzahl, deren Ausdeutung uns aber vorerst nicht möglich erscheint.
Im Gegensatz zu dem uncharakteristischen Verhalten der Erythrocyten beobachten wir bei den sehr empfindlichen weißen Blutzellen deutliche Veränderungen, die in allen Fällen sehr regelmäßig und gleichartig in Erscheinung treten. Sie werden durch die Kurvenabbildungen II und III, die wieder an Hand der Mittelwerte aus den Ergebnissen der Einzelversuche hergestellt wurden, graphisch dargestellt.




Verhalten der weißen Blutzellen.
(Darstellung nach den Mittelwerten.)
—— = Gesamtzahl der weißen Blutzellen.
···· = Absolute Zahlen der Lymphocyten.
---- = » » » Pseudoeosinophilen.
I-I-I- = » » » Monocyten.



Das Verhalten der Lymphocyten und Pseudoeosinophilen im Differentialleukocytenbild.
(Dargestellt nach den Mittelwerten der relativen Zahlen des Hundertsatzes.)
···· = Lymphocyten.
---- = Pseudoeosinophilen.

Betrachten wir zunächst die Einwirkung auf die weißen Blutzellen in ihrer Gesamtzahl, so finden wir schon wenige Minuten nach der Besendung einen deutlichen Abfall der Zellzahl, die aber schon 1 Stunde später (gelegentlich auch erst nach 3 Stunden) in eine Hyperleucocytose umschlägt. Die höchsten Werte, bei denen es sich durchschnittlich um eine Steigerung der Normalzahl von 8500 auf 11500 handelt, finden sich etwa 6 Stunden nach der Besendung. Dann biegt die Kurve wieder nach unten ab, und schon nach 9 Stunden, zeitweilig aber erst im Verlauf von 24 Stunden, kehrt die Zahl der weißen Blutkörperchen zum Normalwert zurück. In einem Fall, den wir bis zu 72 Stunden verfolgten, resultierte nach 48 Stunden noch ein zweiter Anstieg der Gesamtleukocyten, der dann nach 72 Stunden abermals ausgeglichen war. Diese Erscheinung der zweiten Leukocytenwelle bildet sich, wenn auch dort auf längere Zeiträume verteilt, gelegentlich ebenfalls nach Röntgenbestrahlung.

Die einzelnen Zellgruppen des weißen Blutbildes sind an diesen Veränderungen durchaus nicht gleichmäßig beteiligt. Ermittelt man zunächst den prozentualen Anteil der einzelnen Zellelemente am Differentialleukocytenbild, also ihre relativen Werte, so findet man mit großer Regelmäßigkeit in den ersten 3 Stunden nach der Besendung einen starken Lymphocytensturz, dessen Ausgleich sich im Kurvenverlauf in einer anfänglich starken, dann allmählich abflachenden Aufwärtsbewegung darstellt. Nach 24 Stunden sind die Ausgangswerte wieder erreicht.

Im Gegensatz hierzu zeigen die pseudoeosinophilen Zellen ein nahezu reziprokes Verhalten. Es resultiert in den ersten 3 Stunden eine starke Hyperleukocytose, die dann gleichfalls im Ablauf von 24 Stunden schwindet (Kurvenabbildung III). (...)
In der Kurvenabbildung II sind neben der Gesamtzahl der weißen Blutzellen die absoluten Zahlen der Lymphocyten, der pseudoeosinophilen Leukocyten und der Monocyten durch besondere Kurven dargestellt. Bei dieser Art der Betrachtung zeigt es sich, daß die initiale Gesamtleukopenie in der Tat vor allem eine Folge des sofort nach der Besendung einsetzenden Lymphocytensturzes ist und - dies wird aus der Kurve der Mittelwerte nicht ersichtlich - daß sie nur ganz gelegentlich auch durch einen anfänglichen schwachen Abfall der Pseudoeosinophilen mitbedingt ist. Das weiterhin zu beobachtende Steigen und spätere Fallen der Gesamtzahl der weißen Blutzellen hängt aber, wie die

entsprechenden Kurvenlinien zeigen, fast ausschließlich von der Zu- oder Abnahme der Pseudoeosinophilen ab. (...)

Noch ein kurzes Wort über die Beeinflussung der Gerinnung und Senkung des Blutes. Eine Bestimmung der Gerinnungsfähigkeit mittels einer der bekannten Methoden haben wir allerdings nicht vorgenommen. Kurz nach der Besendung ist aber die Steigerung der Blutgerinnung so ausgesprochen, daß sich die Tatsache dem Untersucher bei der Blutentnahme geradezu störend aufdrängt. Das zeigt sich besonders dadurch, daß das in gewohnter Weise für die Aufhebung der Gerinnung mit Natriumzitrat versetzte Blut zu dieser Zeit in fast allen Fällen in kürzester Zeit gerinnt, während die gleichen prozentualen Zitratzusätze bei denn zeitlich später vorgenommenen Blutentnahmen wieder durchaus zur Gerinnungsverhinderung genügen. Die Blutgerinnungsfähigkeit ist also im Anschluß an die Besendung oder 1 Stunde später am stärksten. Es erscheint naheliegend, anzunehmen, daß der nach der Kurzwelleneinwirkung rasch eintretende Zellzerfall im Blut und in den blutbereitenden Organen, den wir nicht nur aus den Leukocytenzahlen, sondern auch aus den zahlreichen Zelltrümmern im Ausstrichpräparat erschließen, zu der Erscheinung der Gerinnungsbeschleunigung in Beziehung steht.

Die Senkungsgeschwindigkeit ist gleichfalls infolge der Kraftfeldeinwirkung beschleunigt. Die Ergebnisse der Einzelversuche differieren, und zwar findet sich die größte Beschleunigung teils sofort, teils 1-3 Stunden nach der Besendung, während bei den späteren Prüfungen schon wieder ein normales Verhalten zu konstatieren ist. In der nachstehenden Tabelle sind die Zeitwerte der Senkungsgeschwindigkeit an zwei Einzelfällen übersichtlich und eingehender dargestellt.

Tabelle
Verhalten der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Zeitpunkt	Weiße Blutkörperchen	1 Std.	2 Stdn.	3 Stdn.	4 Stdn.	5 Stdn.	6 Stdn.	24 Stdn.
Tier A								
Vor Besendung	8700	1/2	2	--	4	6	7	16
Sofort nach Besendung	6800	**Blut gerinnt sofort, trotz Zusatz von Natriumzitrat**						
1 Std. nach Besendung	8000	5	8	--	17	24	30	50
3 Stdn. nach Besendung	10200	2	5	--	11	13	16	40
9 Stdn. nach Besendung	9600	1/2	2	--	4	7	9	17
Tier B								
Vor Besendung	8600	2	4	7	10	15	20	--
Sofort nach Besendung	6300	7	12	20	25	32	37	--
1 Std. nach Besendung	9300	2	6	8	11	16	21	--
3 Stdn. nach Besendung	10200	2	4	7	10	14	19	--

Es finden sich also sehr sinnfällige Einflüsse des Kurzwellenfeldes auf das strömende Blut und zwar sowohl auf die korpuskulären Elemente, als auch auf das Plasma. Bei den Zellen sind sie zweifellos am ausgeprägtesten an den Lymphocyten und Spezialzellen zu beobachten. Wir müssen uns vorerst mit der Registrierung dieser Tatsachen begnügen, vermögen wir doch über den Entstehungsmechanismus dieser Veränderungen nichts sicheres auszusagen. Dies ist um so weniger möglich, weil bei der Ganzbesendung der Tiere sicher auch die blutbereitenden Organe alteriert werden und auch die rein thermischen Momente (Überhitzung) eine in ihren Ausmaßen gar nicht abgrenzbare Rolle spielen können. (...)

Interessant erscheint uns, daß die von uns beobachteten Veränderungen der Lymphopenie und Leukocytose auch nach Röntgen- und Radiumbestrahlung, ja auch nach intensiver Ultraviolettbestrahlung resultieren und zwar auch dann, wenn bei Teilbestrahlungen die blutbildenden Organe selbst vor jedweder direkten Strahleneinwirkung geschützt waren. Wir sind uns wohl bewusst, daß auch hier trotz des gleichartigen Effektes Analogieschlüsse bei der verschiedenen Art der Strahlung nicht statthaft sind. Trotzdem möchten wir die Vermutung aussprechen, daß es auch durch

die kurzen elektrischen Wellen im Kondensatorfeld zu einer direkten Beeinflussung des strömenden Blutes, besonders durch Zerstörung der lymphatischen Zellen, kommt. Diese Annahme ist wohl um so mehr erlaubt, als es sich nach Caspari auch bei dem Untergang der weißen Blutzellen nach Röntgen- und Radiumstrahlungen wahrscheinlich nicht um eine spezifische Radiosensibilität an sich, sondern um eine enorme Empfindlichkeit dieser Zellen gegenüber allen Einflüssen überhaupt handelt. Diesem Zelluntergang folgt dann sekundär - vielleicht als Nekrohormonwirkung - bei reparabler Schädigung eine vorübergehende Reizleukocytose

Spezifische Wirkungen des Ultra-Kurzwellenfeldes

E. Schliephake; A. Compère
In: Klinische Wochenschrift 12, S. 129f, Berlin 1933

(...) (Es) ist schon lange die Frage erörtert worden, ob die UKW-Wirkung nur als reine Erwärmung, wenn auch von besonderer Erscheinungsart und Lokalisierung, aufzufassen ist, oder ob es noch andere, nicht auf Wärmeumwandlung beruhende Kurzwellenwirkungen gibt.
Bei unseren früheren Versuchen sind wir schon verschiedentlich auf Erscheinungen gestoßen, die sich nur schwer als reine Wärmeerscheinungen erklären ließen. Hierher gehört das Verhalten von Bakterien im UKW-Feld, die bei verschiedenen Frequenzen verschieden rasch absterben, besonders aber die Entdeckung von Liebesny, dass manche Arten von Hautpilzen sogar gelegentlich im Wachstum angeregt werden können. Ferner die Tatsache, dass Diphterietoxin auch bei Körpertemperatur durch die Einwirkung des UKW-Feldes entgiftet werden kann. (Szymanowsky), und dass ebenso Diphterieantitoxin seine antitoxischen Eigenschaften verliert (Recknagel und Schliephake). Immerhin konnte hier noch eine Erwärmung bestimmter Molekulargruppen oder Kolloidteilchen angenommen werden, wodurch gerade die Träger der spezifisch toxischen Eigenschaften selektiv erhitzt und zerstört worden wären. Ew ist ja bekannt, dass das UKW-Feld unmittelbar an den Mikronen und Submikronen angreift, und dass - je nach der angewandten Frequenz - eine Art Teilchen anders beeinflusst werden kann als andere danebenliegende Teilchen anderer Art. (...)

Deutliche starke Veränderungen (der Tropfenzahl im UKW-Feld) entstehen (...) bei kolloidalen Systemen bestimmter Zusammensetzung. Für die Biologie besonders wichtig ist hierbei die Tatsache, dass die Veränderungen bei Blut und bei Serum sehr stark sind. Nach dem Gibbs-Thomsonschen Theorem kann diese Erscheinung einer Tropfenvermehrung, also einer Verkleinerung der einzelnen Tropfen, nur so erklärt werden, dass die oberflächenaktiven Stoffe aus der Oberfläche heraus ins Innere hineingewandert sein müssen. Es haben also örtliche Konzentrationsänderungen unter dem Einfluß der UKW stattgefunden.

In unserem Körper müssen sich solche Erscheinungen in Veränderungen der Grenzflächenpotentiale auswirken, und es ist durchaus verständlich, dass auf diese Weise unter Umständen schon durch verhältnismäßig geringe Energien bedeutende Wirkungen im Stoffwechselgeschehen hervorgebracht werden können. Bei den Vorgängen der Agglutination, der Phagocytose, wie überhaupt im Bakterienleben und bei der Abwehr von eingedrungenen Krankheitsstoffen spielen Oberflächenkräfte eine große Rolle und so wird sich wahrscheinlich ein großer Teil der von uns im UKW-Feld beobachteten biologischen Erscheinungen aus Oberflächenwirkungen erklären lassen.

Nur kurz angedeutet seien hier im gleichen Sinn entsprechende Versuche, die wir darüber angestellt haben, wie sich die Senkungsgeschwindigkeit roter Blutkörperchen im Kondensatorfeld verhält. In allen Fällen wurde die Senkungsgeschwindigkeit in den ersten 2 Stunden verlangsamt, ungefähr in der 3. Stunde war der Wert im durchfluteten und nicht durchfluteten Blut gleich, und von da ab war immer eine Beschleunigung im durchfluteten Blut vorhanden. Auch hier konnte die gleiche Wirkung durch Wärme nicht erzielt werden. Es scheint also nicht eine gleichmäßige Entladung der Erythrocyten stattzufinden, die zu einer von Vornherein verstärkten Senkung führen müsste, sondern es dürfte sich um kompliziertere Vorgänge handeln, über die wir uns im einzelnen noch kein Bild machen können. Weitere Versuche wurden über die osmotische Resistenz der Erythrocyten durchgeführt.

Resistenz der Erythrocyten	
unbehandelt	**im Kondensatorfeld**
3,5-2,6	3,0-2,4
3,8-2,8	3,4-2,4
4,4-3,8	4,0-2,8
4,4-3,2	4,2-2,8

1 Minute durchflutet bei Wellenlänge 6m

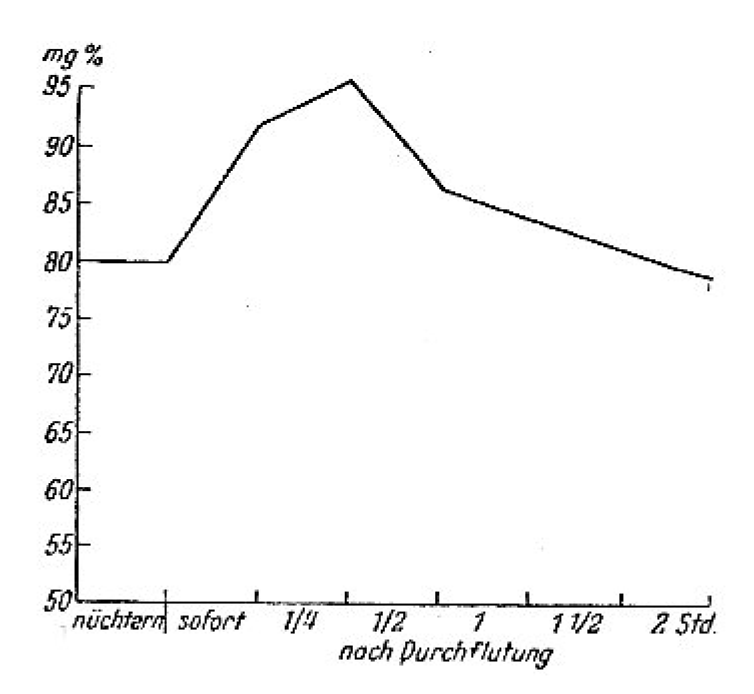
Bei gesunden Menschen ergab sich allgemein eine Erhöhung der Resistenz, während sich im Blut kranker Menschen manchmal ein anderes Verhalten zeigte. An einer Klärung dieser Erscheinung wird noch gearbeitet. Auch die Versuche über das Verhalten der Oberflächenspannung werden noch auf andere Weise, sowie mit verschiedenen Substanzen und Wellenlängen fortgesetzt. Es lässt sich aber jetzt schon sagen, dass hier der Nachweis für eine nicht durch Wärme allein erklärbare Wirkung des UKW-Feldes zum erstenmal mit Sicherheit erbracht ist.

Die Wirkung der Ultrakurzwellen auf den Blutzucker

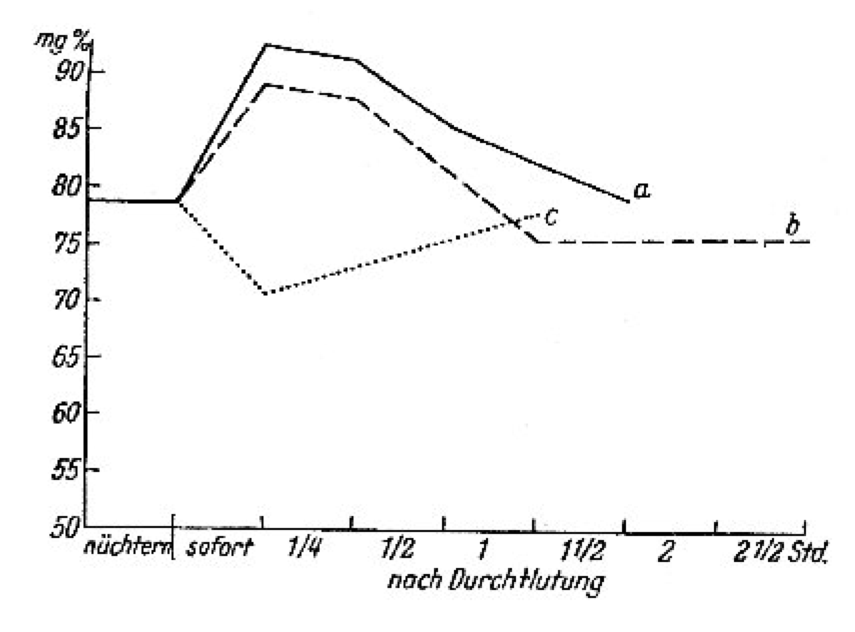
Erwin Schliephake; Irmgard Wüst
In: Strahlentherapie 78: 3, 1949, pp. 467-470

(...) Unsere Untersuchungen wurden 1943 an 53 gesunden Personen ausgeführt, die sich freiwillig zur Verfügung gestellt hatten, meist Studenten. Bei jeder Vp wurden mehrere Untersuchungen durchgeführt. (...)

Durchflutungen des Kopfes (12 Personen im Alter von 22 bis 32 Jahren).
Die Elektroden von 8 cm Durchmesser wurden zu beiden Seiten des Kopfes mit 3 cm Luftabstand angelegt, nur 3 mal an Stirn und Hinterkopf, was am Ergebnis nichts änderte. Zunächst wurden 8 Personen täglich an 6 aufeinanderfolgenden Tagen 5 min. lang durchflutet. Hierbei zeigten sich keine deutlichen Veränderungen. Erst Durchflutungszeiten über 15 min hatten deutliche Ergebnisse. Daß auch die Leistung des Apparates von wesentlicher Bedeutung ist, zeigte sich darin, daß mit dem Siemens "Isotherm" keine deutlichen Ausschläge erzielt wurden, während nach Durchflutung mit dem "Ultratherm" (ca. 400 Watt) bei 6 m Wellenlänge die zu beschreibenden Veränderungen auftraten. Der Blutzuckerwert wurde sofort nach der Durchflutung bestimmt, sowie nach 15, 30, 60, 90, 120 Minuten.



In 10 von 12 Fällen stieg der Blutzucker nach der Durchflutung deutlich an, nur ein Fall reagierte nicht, und einmal trat ein geringer Abfall auf. Der Anstieg betrug durchschnittlich 13 mg% (Anmerkung: Also ein Anstieg um 13 mg je 100 mg Blutzucker, M.B.) auf der Höhe der Kurve (maximal 26 mg%, minimal 8,5 mg%). Je länger und stärker durchflutet wurde, desto stärker war der Anstieg.

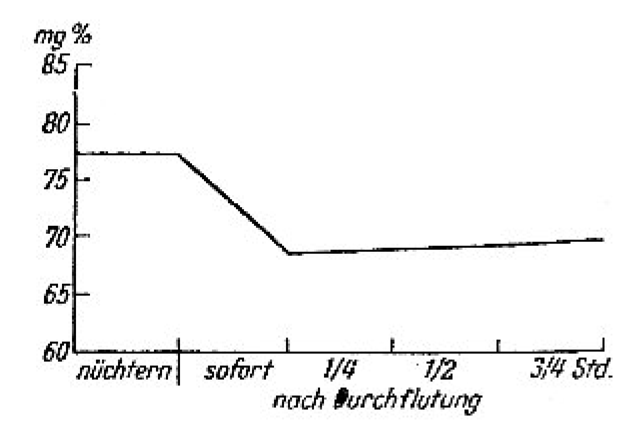


Durchflutung des Oberbauches
Auch hier wurde der Blutzucker nach Durchflutungen von 5-10 Minuten Dauer kaum verändert, erst nach 15 bis 20 Minuten langen Durchflutungen traten deutliche Änderungen auf. Alle Vp reagierten bei Durchflutungen an folgenden Tagen in derselben Weise wie beim ersten Mal. Eine Ausnahme bildete nur ein einziger Fall bei dem der Blutzucker am ersten Tag um 12 mg% anstieg, am nächsten Tag um 8,5 mg% abfiel. Solche Differenzen können wohl daraus erklärt werden, daß im Oberbauch verschiedene Organe gleichzeitig durchflutet werden, doch können auch dispositionelle Faktoren mitspielen (Menses ?). Wissen wir doch, daß bei verschiedenen Erkrankungen der Blutzucker anders reagieren kann als sonst.

Bei 8 von 18 Personen stieg der Blutzucker um durchschnittlich 11,4 mg (höchstens 18, wenigstens 7 mg%). Nach ca. 1/4 Stunde folgte ein allmählicher Abfall zum Ausgangswert. In 6 Fällen erfolgte ein Anstieg um durchschnittlich 9,7 mg% mit schnellerem Abfall nach 1/2 bis 1 Stunde bis unter den Ausgangswert der über 2 Stunden bestehen blieb. In 3 Fällen sank der Blutzuckerwert sofort nach der Durchflutung um 9, 11 und 12 mg%. Nur bei einer Person blieb der Blutzucker unbeeinflusst.

Durchflutung der Hand, aus der das Blut entnommen wurde.
Bei 13 Versuchen an 8 Personen fiel der Blutzucker fast immer deutlich ab, mit nur 2 Ausnahmen. Die Erniedrigung blieb über 3/4 Stunde bestehen.

Versuchsperson	Dauer der Durchflutung min.	Veränderung mg%
K	15	- 6
"	20	-21
"	30	-18
W	15	- 4
"	30	-11
Z	15	- 6
"	30	-20
L	30	-14
Bn	20	- 5
Be	30	- 7
Wa	20	+ 5
P	30	+ 4,6



Bei einer Patientin mit Diabetes mellitus stieg der Wert sofort nach Durchflutung des Armes von 220 auf 240 mg% an und sank nach 1/2 Stunde auf den Ausgangswert ab. Wie der eine von uns später feststellen konnte, reagieren Diabetiker auf Durchflutungen sowohl des Oberbauches als auch des Kopfes und der Körpergewebe anders als gesunde Menschen, bei Patienten mit endokrinen Erkrankungen (hypophysäre Fett- und Magersucht, M. Cushing, Basedow) ergeben sich nach Kurzwellendurchflutungen ganz verschiedene Blutzuckerkurven.

Durchflutung verschiedener Körperstellen.
Bei 10 Personen wurden je 15 min. lang folgende Körperstellen durchflutet: 1) Arm, aus dem kein Blut entnommen wurde, 4 mal. Bein und Fuß 2 mal, Hüfte 2 mal, Hals 2 mal.
Das Ergebnis dieser Untersuchungen war fast das gleiche wie bei Durchflutung der Hand, nämlich Senkung der Blutzuckerwerte. Nur nach Durchflutung des Halses stiegen die Werte an.

Körperteil	Veränderung
Andere Hand	-15
" "	-18
" "	-12
" "	- 8
Bein	-14
Fuß	- 8
Hüfte	- 5
"	- 7
Hals	+12
"	+ 6

(...)

Versuche über Beeinflussung des Blutzuckerspiegels durch kurze elektrische Wellen

E. Schliephake; E. Weissenberg
In: Wiener Klinische Wochenschrift 18: 560-561, 1932

Bei Besendung von Tieren und Menschen mit kurzen elektrischen Wellen wurde schon früher gelegentlich eine Änderung des Zuckergehaltes im Blut beobachtet (Pflomm). Unsere Versuche sind zum Zweck einer allgemeinen Orientierung auf diesem Gebiete vorgenommen. Sie behandeln die Frage, wie sich örtliche Besendungen von Organen auswirken, deren Einfluß auf die Blutzuckerregulation bekannt ist. Zur Erzeugung der kurzen elektrischen Wellen dient ein Elektronenröhrensender in Esauscher Schaltung mit 1,5 KW Gesamtleistung. Die Wellenlänge war bei den Tierversuchen auf 3,40 m eingestellt; bei den Untersuchungen am Menschen betrug sie 15 m; es handelt sich um Patienten, die schon aus therapeutischen Gründen besendet wurden.

Der zu besendende Körperteil wurde zwischen die Kondensatorplatten eines geschlossenen Schwingungskreises gebracht, der mit dem Sender induktiv gekoppelt war. Der Abstand der Platten von der Körperoberfläche betrug 2 cm, da nach Schliephake der Abstand zwischen Elektroden und Hautoberfläche die Tiefenwirkung wesentlich bestimmt. Zur Festlegung dieses Abstandes dienen "Elektrodenschuhe" aus Glas, die zugleich das Objekt leicht komprimieren.
Der Zuckergehalt des Blutes vor und nach der Besendung wurde nach Hagedorn-Jensen bestimmt. Aus äußeren Gründen mussten wir Kaninchen als Versuchstiere nehmen. Da gerade bei diesen Tieren der Blutzuckerspiegel besonders labil ist, haben wir Leerversuche ausgeführt und die erhaltenen Ergebnisse wiederholt auf ihre Reproduzierbarkeit geprüft. Die Tiere erhielten ihre letzte Nahrung 12 Stunden vor der Besendung und blieben während der gesamten Versuchsdauer nüchtern.

Versuche
Bei einem Teil der Tiere wurde der hintere Teil des Schädels besendet, bei einem zweiten Teil die Pankreasgegend; bei einer dritten Gruppe wurden zur Kontrolle die Beckengegend und die unteren Extremitäten besendet, während ein vierter Teil nur aufgebunden, aber nicht behandelt wurde.
Bei der ersten Abteilung wurden die Elektroden, die eine Größe von 2:10 cm hatten, zu beiden Seiten in der Weise angelegt, daß das elektrische Feld Hinterhirn und Rückenmark bandförmig quer von einer zur anderen Seite durchsetzte. Die Tiere waren auf dem Rücken liegend mit weit nach rückwärts gebogenem Kopf auf einem Gipsbett (nach Haase) fixiert. Die Besendungsdauer betrug im allgemeinen 5 Minuten.

Zur Besendung der Pankreasgegend befestigten wir die Kaninchen auf einem der üblichen Spannbretter auf der Seite liegend und stellten das Kondensatorfeld in dorso-ventraler Richtung (Anmerkung: also von der Rückenseite zur Vorderseite, M.B.) ein. Bei dieser Anordnung lässt sich nicht vermeiden, daß auch Teile benachbarter Organe mitbesendet werden. Gewöhnlich wurde 5 Minuten lang besendet; nur in einzelnen Versuchen wurde die Dauer bis 14 Minuten mit Unterbrechungen in der Weise ausgedehnt, daß 7mal je 2 Minuten lang behandelt und 2 Minuten Pause gemacht wurde.
Da das notwendige Festbinden, zumal in einer für Tiere unnatürlichen Lage, den Blutzucker schon an sich beeinflussen kann, wurden die Blutzuckerwerte auch bei einem Tier bestimmt, das lediglich 2 1/2 Stunden lang auf dem Rücken liegend mit zurückgebundenem Kopf aufgebunden war.
Die Besendung des Beckens und der Oberschenkel geschah mit den gleichen Elektroden und in der gleichen Lage der Tiere so, daß das Feld quer durch den Körper hindurchging. Die Ergebnisse sind in Abb. 1 in Kurvenform wiedergegeben. Jede Kurve stellt einen Mittelwert aus mehreren gleichen Versuchsergebnissen dar.

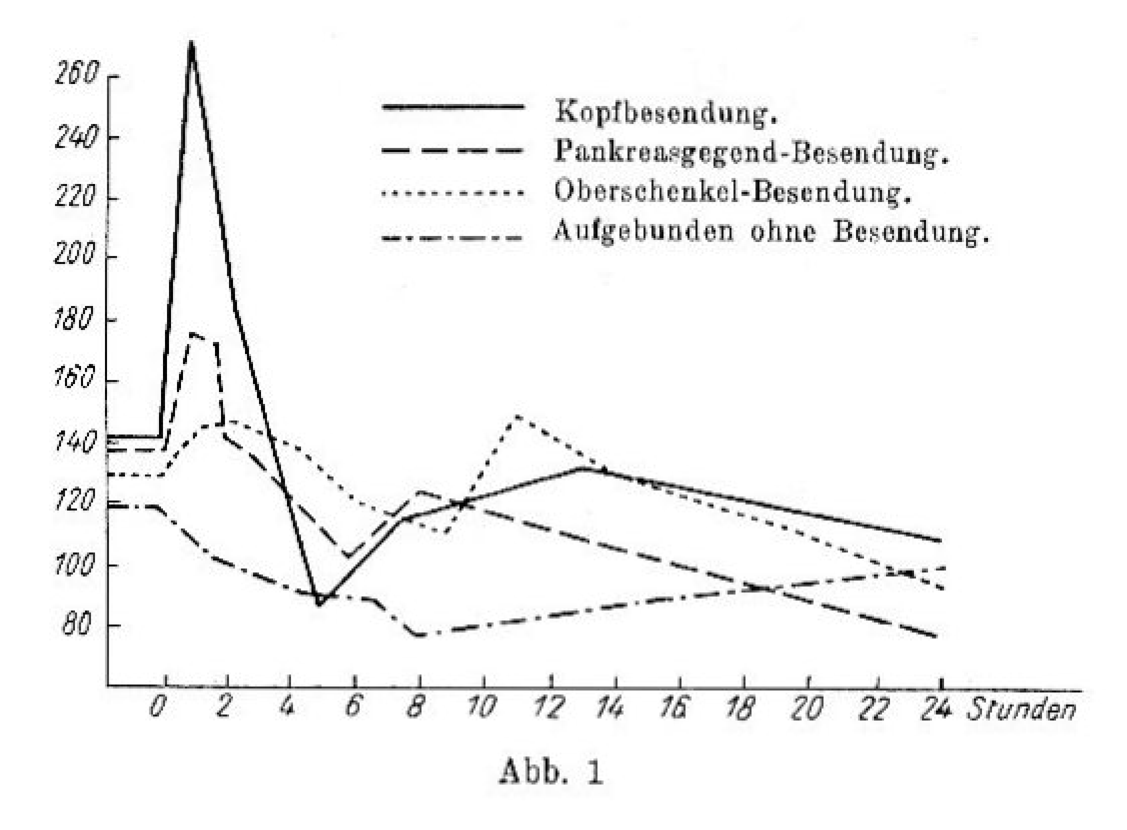


Abb. 1

Beim Vergleich ist besonders auffällig der steile und hohe Anstieg der nach Gehirnbesendung erhaltenen Werte. Meistens wird schon nach wenigen Minuten das Doppelte des Ausgangswertes und mehr erreicht. Der Abfall ist weniger steil und geht innerhalb von etwa vier Stunden oft bis tief unter den Ausgangswert, um dann in den folgenden acht Stunden wieder anzusteigen. Von da ab fällt die Kurve, entsprechend dem Hungerzustand der Tiere, allmählich wieder ab. Der Einfluß der Gehirnbesendung auf den Blutzuckerspiegel lässt sich somit 12 bis 14 Stunden hindurch deutlich erkennen.

Die nach Pankreasbesendung erhaltene Kurve steigt zunächst gleichfalls an, jedoch weder so steil, noch so hoch wie nach Gehirnbesendung; ebenso ist der Abfall viel allmählicher und schwächer, dafür aber nachhaltiger. Es wird nur durch eine geringe Schwankung nach oben in der siebenten bis achten Stunde unterbrochen. Die erkennbare Nachwirkung der Pankreasbesendung schwankt in weiten Grenzen zwischen 12 bis 30 Stunden. Bei Besendung von 14 Minuten Dauer mit Pausen von zwei zu zwei Minuten ergibt sich im wesentlichen der gleiche Verlauf.

Bei Besendung des Beckens und der Beine ergeben sich nur geringe Schwankungen. Die Kurve steigt zu Beginn etwas an und fällt dann innerhalb von acht Stunden ganz langsam ab. In den nächsten zwei Stunden überschreitet sie nochmals den Ausgangswert um ein geringes, um weiterhin gleichmäßig abzusinken. Auch hierbei ist eine gewisse Nachwirkung der Besendung etwa 12 bis 14 Stunden lang nachweisbar. Bei Versuchen an Menschen, insbesondere Diabetiker, erhielten wir ähnliche Ergebnisse, doch soll erst dann darüber berichtet werden, bis (Anmerkung: es muß natürlich heißen: "wenn". M.B.) wir genügen Material hierfür gesammelt haben werden.

Die vorliegenden Ergebnisse sprechen durchaus dafür, daß sich die Blutzuckerregulierung durch Besendung bestimmter Körperteile und Organe verschieden beeinflussen lässt. Der Erfolg der Besendung der Oberbauchgegend mit dem allmählichen und spät eintretenden Abfall des Blutzuckers lässt an eine erhöhte Insulinabsonderung denken. Die Ergebnisse der Gehirnbesendung sprechen dagegen für eine Beeinflussung zenralnervöser Regulationen. Sie sind interessant auch im Hinblick auf die Beobachtungen von Schliephake über Störungen der Wärme- und Atmungsregulation nach Besendung des Gehirns und der Medulla oblongata (Anmerkung: verlängertes Rückenmark, Übergang zwischen Rückenmark und Gehirn M.B.), die übrigens der Anlaß zu den hier beschriebenen Untersuchungen gewesen sind.

Beeinflussung des Blutdrucks durch Kurzwellen

Maria Apel
Dissertation, Jena 1937

(S.8) Störungen wurden im Anschluß an die Behandlung (der Patienten mit Kurzwellen) im großen und ganzen nicht wahrgenommen. Wohl traten hier und dort bei dem Bedienungspersonal bei dauernder Beschäftigung an Kurzwellenapparaten nervöse Reizerscheinungen hervor. Es wurde über heftige, sich ständig steigernde Kopfschmerzen, Schwindelgefühl und Mattigkeit geklagt. Oftmals konnten die Betreffenden sehr schlecht einschlafen oder sie wurden durch wiederholt nächtliches Aufschrecken in ihrer Nachtruhe gestört. Alle diese Symptome verschwanden aber auf ein kurzes Ausspannen hin völlig. Pflomm nimmt (...) auf Grund seiner Experimente eine direkte Wirkung der Kurzwellen auf den Vagus und Sympathikus an. Dies auf den Menschen übertragen, ließ an die Möglichkeit einer Beeinflussung des Blutdruckes im Kondensatorfeld denken. Schittenhelms Feststellungen, dass der Blutdruck im Kondensatorbett bei Diathermie absinkt, gab uns den Anlaß, dieselben bei dem der Diathermie so verwandten Kurzwellenverfahren genauer zu überprüfen, da wir hierüber noch keinerlei Mitteilungen in der Literatur vorfinden konnten. (...)

(S.9) Psychische Erregungen sind in hohem Maße geeignet, den Blutdruck zu ändern, sowohl in die Höhe zu treiben wie zu senken. Schon die Vornahme einer einfachen Blutdruckmessung am Kranken kann hierzu genügen. Noch deutlicher tritt der Blutdruckanstieg bei geistiger Arbeit hervor. (...)
Daß Reizung der sensiblen Nerven den Blutdruck steigert, ist einer der ersten Fundamentalsätze der experimentellen Kreislaufpathologie. (...)

(S.14) (Anmerkung: Zehn Patienten und drei gesunde Versuchspersonen hatten vor der Behandlung keinen erhöhten Blutdruck und die Senkung des Blutdrucks war bei ihnen wenig ausgeprägt. Allerdings normalisierte sich der Blutdruck bei der einzigen Patienten mit deutlichem Bluthochdruck.)

Blutdruck			
Datum	vor Behandlung	nach Behandlung	nach 10 Min. Ruhe
21.4.	180/78	163/75	172/80
23.4.	163/75	148/75	156/72
25.4.	153/80	143/62	146/72
27.4.	153/75	140/72	147/75
29.4.	159/72	130/65	137/66
2.5.	151/78	143/68	140/70
4.5.	155/78	140/70	147/70
6.5.	157/80	143/76	135/75
8.5.	155/70	163/73	162/78
10.5.	158/78	130/70	133/70
13.5.	143/75	133/73	137/77
15.5.	142/67	132/73	128/70
18.5.	143/72	123/70	130/69
20.5.	145/70	120/60	120/62
22.5.	143/78	135/70	130/70
25.5.	145/73	128/70	133/65
27.5.	150/73	135/70	135/70
29.5.	150/75	127/72	130/69

(...) (S.17) Interessant sind vor allem die Werte, die wir an einer 65jährigen Patientin feststellen konnten (siehe Fall 4 9. Sie kam wegen einer Arthritis rheumatica chronica zu uns in Behandlung.

Anfangs stellten wir einen Blutdruck von 180/87 mm Hg fest, der jedoch im Laufe von 18 Kurzwellenbehandlungen auf 150/73 mm Hg absank und einmal sogar den Wert von 120/60 mm Hg erreichte. Fehlerquellen, wie psychische Erregung beim Festlegen des ersten Wertes, sind mit aller Wahrscheinlichkeit auszuschalten, da sich die Patientin schon früher einmal einer Kurzwellenbehandlung unterzogen hatte, also daran gewöhnt war. Ganz besonders deutlich tritt hier das Absinken des Blutdrucks nach der Behandlung in Erscheinung, desgleichen der Wiederanstieg nach einer Ruhezeit von 10 Minuten. Hand in Hand geht in diesem Fall eine Pulsfrequenzverminderung. Von Interesse ist es noch, zu erwähnen, dass sich die Patientin, die immer über ein "nervöses" Herz, Kopfschmerzen und nicht schlafen können klagte, seit der Behandlung sehr wohl fühlt. Sollten somit die Kurzwellen durch ihre blutdrucksenkende Wirkung Einfluß auf die Beschwerden der Hypertension gehabt haben?

Über die biologische Wirkung von Kurzwellen auf das Gehirn und Versuch einer Therapie bei chronischen Gehirnleiden

Paul J. Reiter
In: Zentralblatt für die gesamte Neurologie und Psychiatrie 156: 382-404 (1936), Berlin

In der Kurzwellentherapie hat die ärztliche Wissenschaft in den letzten Jahren ein interessantes und anscheinend wertvolles Hilfsmittel erhalten, dessen Reichweite indessen noch nicht ganz übersehen werden kann. Dank der leicht zu beobachtenden physischen Wirkungen der Kurzwellen haben diese auf sehr ausgedehnten Feldern der Therapie Anwendung gefunden, angefangen von Panaritien bis zu allgemeinen Infektionen, Stoffwechselanomalien und seelischen Störungen. Vielleicht ist der Duft von etwas Sensationellem, von dem letzten neuen Produkt des technischen Schoßkindes unseres Dezenniums, in gewissem Grade bei diesem Erfolg mitwirkend gewesen. Von dem Publikum der ärztlichen Sprechstunde wurde auch nicht selten nach den Kurzwellen gefragt. (...)
(S.385) Der Apparat, den ich bei meiner ersten Versuchsreihe benutzte, war mir von der Firma Siemens mit großem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt, wofür der genannten Firma hiermit der beste Dank ausgedrückt sei. Der Apparat, ein kräftiger Ultrapandorosapparat, war auf eine variable Wellenlänge von 3,3-15 m berechnet und leistete bei einer Wellenlänge von 4 m eine Energiemenge von etwa 125 Watt und bei 15 m Wellenlänge eine Energie von 600 Watt. Die Übertragung geschah durch Elektroden, die durch halbsteife Leitungen mit dem Apparat selbst verbunden wurden. (...)
(S.391f) Es war (...) erwünscht, die Einwirkung der Kurzwellenbehandlungen, besonders die Tiefenwirkung auf die vegetativen Zentren des Gehirns, zu untersuchen, wobei man annehmen konnte, daß die letztgenannten durch die Anwendung einer großen rechteckigen Elektrode, die in jeder Schläfenregion in einem Abstand von 2 cm angebracht wurde und das ganze Cerebrum im Felde einschloß, von der Behandlung beeinflusst werden würde.
Zu diesen Untersuchungen wurden als "Normalindividuen" 2 alte stationäre Schizophreniker männlichen Geschlechts, die seit mehreren Jahren relativ ruhig sind, gewählt. Bei diesen Patienten wurde mit einer festen Wellenlänge von 15 m bei dem einen und einer variablen kurzen Wellenlänge bei dem andern gearbeitet, wobei bei dem letztgenannten eine vereinzelte Behandlung mit der Wellenlänge 15 m eingeschaltet wurde. Es wurden im ganzen 19 Behandlungen vorgenommen, in der Regel mit einem Zwischenraum von 2 Tagen, indem man vorsichtig mit einer Besendungszeit von wenigen Minuten begann und im Laufe von 6 Sitzungen bis zu 20 Min. stieg, wo man bei dem Reste des Versuches stehenblieb. Die ganze Behandlung erstreckte sich auf über etwa 6 Wochen. (...)
(S.392f) Die meisten der untersuchten Funktionen verblieben ganz unbeeinflusst. In erster Linie kam es zu keinen messbaren Wirkungen auf die rectale Temperatur, mit Ausnahme von minimalen und inkonstanten Erhöhungen, obwohl das Temperaturzentrum ohne Zweifel der Durchsendung ausgesetzt war und bei der Wellenlänge 15 zugleich, wie man annehmen darf, um mindestens 2-3° erwärmt wurde. Vielleicht darf man auf eine gewisse Einwirkung auf das Temperaturzentrum daraus schließen, daß bei einem Teil der Behandlungen, besonders bei denen mit Wellenlänge 15, oft ein sehr kräftiges, den ganzen Körper umfassendes Schwitzen sich einstellte.(...)
(Es trat) ein, allerdings nicht konstanter, aber oft feststellbarer und bisweilen recht bedeutender Fall des Druckes ein (...), sowohl in bezug auf den systolischen wie auf den diastolischen Blutdruck. Wo er ausblieb oder wo in einzelnen Fällen sogar eine Erhöhung eintrat, konnte man in der Regel genügende Ursachen hierzu in der Form eines sympathicophilen Affektes, wie Angst oder Zorn über den Versuch, nachweisen. Der größte Fall des Blutdrucks, den wir bei diesen Versuchen konstatieren konnten betrug 28/12 mm. (...)
(S.396) Es tritt während der Behandlung ein recht konstantes Sinken des Blutdrucks auf, das wahrscheinlich als Folge einer durch die Behandlung verursachten Dilatation der Gehirn- und Meningealgefäße, deren Entstehung wiederum wohl am besten durch eine thermische Beeinflussung des Sympathicus der Gefäße erklärt werden muß, aufzufassen ist. (...)
Es kann selbstverständlich nicht ausgeschlossen werden, daß es ganz bestimmte Wellenlängen mit einer spezifischen, elektiven Wirkung auf das Gehirngewebe und dessen vegetative Zentren geben kann. (...)
(S.398) Der Blutdruck zeigte während der Behandlung (...) (weiterer Patienten) eine ziemlich konstante Neigung zum Fallen, bisweilen war diese recht bedeutend, bis zu 50-55 mm.

Die Wirkung der Kurzwellenbestrahlung des Hypophysenzwischenhirns auf die vegetativen Funktionen beim Menschen

Von Edith Horn
In: Klinische Wochenschrift 24/25: 392-396, 1947

(S.392) (...) Unsere Untersuchungen sind vorwiegend im Selbstversuch und bei gesunden Kollegen angestellt worden. Im ganzen wurden 32 Personen untersucht. Als Apparatur verwendeten wir den Ultratherm-Kurzwellenapparat von Siemens, Hochfrequenzleistung 400 Watt und 6m Wellenlänge. Die Heizspannung wurde auf 20 bis 22 Volt eingestellt und die Resonanzeinstellung des Patientenkreises mit Hilfe des Neongas-Leuchtröhrchens genau abgestimmt. Bei allen Versuchen mit gleichzeitiger Stoffwechselbestimmung wurden Weichgummielektroden (Größe 4-6 cm) verwandt, die mit 2 cm dicken Filzunterlagen mittels einer Binde in der Schläfengegend befestigt wurden. Die Bestrahlungsdauer betrug 20-30 Min. Die Besendung beim Trinkversuch wurde mit Luftabstandselektroden nach Schliephake (Durchmesser 8,5 cm und 3 cm Abstand) 30 min. lang durchgeführt. Es wurde bei allen Versuchen darauf geachtet, dass der Patient lediglich eine angenehme Erwärmung verspürte, um eine möglichst intensive Tiefenwirkung zu erzielen. (...)

(S.394) Schließlich haben wir die Funktion des Wasserhaushaltes untersucht und zunächst die Frage der Spontandiurese geprüft. Wir ließen in der Regel den Nachtharn 1-1,5 Stunden vor der Besendung entleeren, dann wurde kurz vor der Besendung die Blase noch einmal entleert. Nach der Besendung wurde die Versuchsperson entweder (Anmerkung: Wort zuviel?) unmittelbar danach und noch ein zweites Mal nach 1 Stunde 15 min (nach Abschluss der gesamten Versuche) zum Harnlassen aufgefordert. (...) Es fand sich nun in 23 Versuchen bei 22 Versuchspersonen 20 mal eine deutliche Spontandiurese, deren Ausmaß beträchtlich über das hinausging, was man unter den eben genannten Bedingungen sonst beim nüchternen Menschen beobachten kann. Die Spontandiurese hielt nach der Besendung häufig über 2 Stunden an, so dass Harnmengen von 350-550 ccm in 2 Stunden resultierten. Hierbei handelt es ich um Harnmengen, wie sie beim gesunden Menschen in solch kurzer Zeit kaum durch eines der üblichen Diuretica der Purin und Quecksilberreihe erzwungen werden können. Lediglich nach dem Trinken und nach der Trinksuggestion in der Hypnose werden solche Mengen gefunden.
(*Anmerkung: Nach der Tabelle 1 wurden folgende Urinmengen 1 Stunde nach der Besendung gemessen: 228 ccm; 323 ccm; 295 ccm; 250 ccm; 137 ccm; 380 ccm; 37 ccm; 114 ccm; 265 ccm; 70 ccm; 120 ccm; 85 ccm; 230 ccm; 225 ccm; 365 ccm; 260 ccm; 58 ccm; 480 ccm; 190 ccm*)

(...) Wir haben bei 12 Personen je einen Trinkversuch mit Kurzwellenbesendung des Kopfes und meist im Abstand von 3 Tagen vorher einen Kontrollversuch mit der Gleichen Trinkmenge und unter gleichen Bedingungen angestellt. Nach Entleerung des Nachtharns und nochmaliger Blasenentleerung 2 Stunden später trank Patient die Trinkmenge von 800 ccm zimmerwarmen Wassers innerhalb von 5-10 Min.. Sofort danach wurde die Besendung des Kopfes eingeschaltet und 30 Min. lang durchgeführt. Danach wurde 4 Stunden lang halbstündlich der Harn gesammelt, auf Menge, spezifisches Gewicht, Stickstoff und Kochsalz untersucht. In 11 Versuchen von 12 fand sich bei gesunden Versuchspersonen regelmäßig eine deutliche Steigerung der Gesamtharnmenge. Der Zeitliche Verlauf dieser Diuresesteigerung war etwas verschieden. In manchen Fällen war bereits die 1. Halbstundenproduktion nach der Besendung gegenüber der Kontrolle wesentlich gesteigert. Der Gipfel der Diuresekurve, der beim gesunden Menschen stets nach 1 Stunde 30 Min zu finden ist (...) war zeitweise vorverlagert, so dass schon nach 1 Stunde die größte Menge entleert wurde. Bei der größeren Zahl der Versuche trat die Verstärkung der Diurese erst in der 2. Hälfte des Versuchs, nach 1 Stunde 30 min. - 2 Stunden, in Erscheinung. Hierbei kam es dann unter Umständen zu einem erneuten Anschwellen der Diurese zwischen der 2. und 3. Stunde nach dem Trinken. Ein derartiger Verlauf der Diurese in mehreren Wellen (Mehrphasigkeit) ist beim gesunden Menschen bei Einhalten von Grundumsatzbedingungen niemals zu beobachten.

Zur Erforschung der Wirkung der Diathermie aufs Auge

Iu. I. Benstein
In: Zbl. Ophthalm. 47: 21 (vor 1949)
Zusammenfassung einer russischen Veröffentlichung in Vestn. Oftalm. 16, 337-341 (1940)

Durch unmittelbare Beobachtung an der Spaltlampe kann man bei Anwendung der Diathermie Erweiterung des Randschlingennetzes der Hornhaut, sowie mit bloßem Auge Erweiterung der Bindehaut- und Lederhautgefäße erkennen. Bei der Augenspiegeluntersuchung lässt sich mitunter Erweiterung und verstärkte Schlängelung der Netzhautgefäße erkennen, ferner das Sichtbarwerden vorher nicht sichtbarer Netzhautgefäße. In manchen Fällen ließ sich keine Veränderung des Augenspiegelbildes erkennen. Um dabei die Wirkung der Diathermie nachzuweisen, hat Verf. den blinden Fleck untersucht. Bei 12 gesunden Menschen mit normaler Sehschärfe wurde mit einem Lamo-Diathermieapparat ein Strom von 200-400 mA durch 30 min. auf die Augen angewendet, der blinde Fleck vor der Anwendung, unmittelbar nachher und dann alle 1/2 Stunden bis 2 Stunden nach der Anwendung untersucht.

Schon während der Anwendung beginnt der blinde Fleck sich zu vergrößern, indem er sich in seinem senkrechten Durchmesser verlängert. Im Verlaufe von 1-2 Stunden kehrt er zu seiner ursprünglichen Größe zurück. In manchen Fällen betrug seine Länge bis zu 65° des Parallelkreises. Durchschnittlich betrug seine Größe unmittelbar nach der Anwendung 30-44°, eine 1/2 Stunde später 53°. Der intraokulare Druck zeigte keine Veränderung. Die Netzhautgefäße waren dabei erweitert, mitunter ließ sich ein peripapilläres (Anmerkung: also in der Nähe des blinden Fleckes. M.B.) Ödem erkennen. Das Verhalten des blinden Fleckes lässt sich, ebenso wie bei Anwendung von Dionin oder subconjunctivalen Kochsalzinjektionen, auf die entstehende Hyperämie zurückführen, die mit einer lebhaften Lymphbewegung verbunden ist.

Über Tiefenwirkung und elektive Gewebswirkung kurzer elektrischer Wellen

Erwin Schliephake
Strahlenther. 38 (1930), pp.655-664

(S. 662f) Sehr naheliegend ist (...) die Frage, wie Mikroorganismen, insbesondere pathogene Bakterien, auf die Einwirkung des Kurzwellenfeldes reagieren, ob eine Schädigung überhaupt zu erreichen ist, und ob dabei die Wellenlänge einen Einfluß hat. Mit Haase zusammen habe ich zahlreiche Versuche in dieser Richtung unternommen, und zwar hauptsächlich mit Tuberkelbazillen und Staphylokokken, doch wurden auch verschiedene andere Arten untersucht.

Bei den Tuberkelbazillen konnte durch Einwirkung des Kondensatorfeldes von 1/2 bis 3/4 Stunde Dauer eine deutliche Verringerung der Wachstumstendenz erreicht werden. Kulturen, von denen unbestrahlte Kontrollabimpfungen schon nach 6 Tagen auswuchsen, zeigten nach der Bestrahlung eine Hemmung des Wachstums bis zu 18-20 Tagen. Dies ließ sich nicht nur im Reagenzglas erreichen, sondern wir haben solche Kulturen auch ins Innere von Leichenteilen (z.B. Mark von Röhrenknochen) hineingebracht und sahen bei diesen die gleichen Schädigungen. Bei Staphylokokken ließ sich bei gewöhnlicher Körpertemperatur völliges Absterben erreichen, wenn auch erst im Verlauf einiger Stunden. Um das Verfahren abzukürzen, untersuchten wir deshalb nach dem Vorschlag von Haase die Absterbegeschwindigkeit der Kulturen bei verschiedenen Wärmegraden und konnten zeigen, daß die Keime im Kondensatorfeld bedeutend schneller abstarben als die Kontrollen, die im Wasserbad auf der gleichen Temperatur gehalten waren.

Weitere Versuche wurden unter Beibehaltung der gleichen Anordnung, aber mit Änderung der Wellenlänge durchgeführt. Die Geschwindigkeit des Absterbens war je nach der Wellenlänge ganz verschieden, und zwar lässt sich bis jetzt in großen Zügen sagen, daß die Wellenlänge unter 5 m starke Wirkungen zeigten; bei Verlängerung der Welle dauerte das Absterben länger und ging am langsamsten bei 7-10 m vor sich; die mit Wellenlängen von 15-20 m behandelten Kokken starben dann wieder ganz besonders rasch ab. Leider konnten wir aus technischen Gründen über 20 m lange Wellen nicht anwenden; es erscheint also nicht ausgeschlossen, daß das Optimum der Wirkung auf Staphylokokken sogar noch oberhalb dieser Wellenlänge zu suchen ist.

Ebenso hat sich bei Tuberkelbazillen eine Abhängigkeit der Wirkung von der Wellenlänge ergeben; die Verzögerung, welche das Auswachsen der Kulturen durch die Bestrahlung erlitt, war bei den einzelnen Wellenlängen ganz verschieden. In unseren bei Zimmertemperatur durchgeführten Versuchen ergab sich die stärkste Wachstumshemmung bei Wellenlängen von etwa 4,50 m, dann bei 105 m, während die Schädigung der Bazillen durch andere Wellenlängen viel geringer war. Bei 35 m Wellenlänge ergab sich beispielsweise kein Unterschied im Wachstum der bestrahlten und der unbestrahlten Kulturen. Leider lassen sich die von uns gefundenen Werte nicht als absolut verwerten, da erstens die nicht ganz konstante Ausgangstemperatur bei der Bestrahlung wegen ihres Einflusses auf die Leitfähigkeit eine Fehlerquelle bildet, zweitens zur Zeit der Durchführung unserer Tuberkelbazillenversuche ein Konstanthalten der Feldstärke nicht möglich war.

Bemerkungen zur Hochfrequenztherapie

Leo Stieböck
In: Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie, Band 30, S.203-208, Berlin 1925
(S.205) Überhaupt würde (...) eine kritische, jedoch weiter als bisher gehende physikalische Einstellung auch den biologischen Problemen gegenüber so manches, bisher nicht deutbare Phänomen verständlicher machen - es sei hier nur auf die Vorausempfindung der Rheumatiker für Witterungsumschläge hingewiesen.

Über die Fernwirkung elektrischer Hochfrequenzströme auf die Nerven

B. Danilevsky; An.Worobjew, Charkow
In: Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere 236: S.440-451, Berlin 1935

Seit 1895-1896, d.h. seit der Erfindung der drahtlosen Telegraphie, hatte einer von uns (B.D.) Gelegenheit sich systematisch mit dem Studium der Einwirkung des oszillierenden elektrischen Feldes auf die Nerven zu befassen, wobei es ihm gelang eine Reihe neuer Tatsachen bezüglich der Gesetzmäßigkeiten einer solchen induktiven Reizungsart zu sammeln. Die Fernwirkung der Elektrizität auf die Nerven hatte er als "elektro-kinetisch" bezeichnet, zum Unterschied von dem üblichen Elektrokontaktverfahren, bei dem die Elektroden unmittelbar den Nerv berühren.

Es können also elektrische Wellen, die z.B. von einer Elektrode (Hochfrequenz) in den Raum abgesandt werden, in einem sich in diesem elektrischen oscillierenden Felde befindlichen Nerven eine Erregung wachrufen, sogar bei bedeutendem Abstand desselben von der Quelle der Hochspannungsströme. In diesem Falle entsteht die Erregung infolge einer Induktion, die im neuromuskulären Präparat Ströme von genügender Aktivität produziert. Dabei liegt eine vollständige Analogie mit der elektro-kinetischen Reizung vor, welche durch Ströme von geringer Frequenz unipolar durch eine Antenne des Ruhmkorff-Induktoriums hervorgebracht werden.

(...) (Cluzet und Chevalier gelang es) mittels Elektronendetektoren (*Anmerkung: Es handelt sich bei den Elektronendetektoren wohl um Gleichrichter. M.B.*) neue Ströme zu erzielen, die hochfrequent und von hoher Spannung waren (...), deren Richtung aber konstant ohne Wechsel war. Diese oft unterbrochenen Ströme - "courants de haute fréquence á sens constant - wirken auf das Galvanometer, laden Kondensatoren und rufen Elektrolyse hervor, haben aber auch eine physiologische Wirkung im Gegensatz zu den gewöhnlichen "Hochfrequenzströmen" welche "weder die Motilität, noch die Sensibilität beeinflussen". Sie reizen beim Kontaktverfahren die Nerven und Muskeln und können sogar beim Menschen einen starken Tetanus hervorrufen, aber keine Schmerzempfindung; dieser Strom kann bis 10 min. ausgehalten werden. (...)

Die neuesten Untersuchungen von H. Ballin (Leipzig 1927) (haben) gezeigt, daß die elektrodenlose, d.h. elektrokinetische Wechselstromreizung grundsätzlich denselben Gesetzen der gewöhnlichen Kontaktreizung mit Wechselströmen gehorcht. (...)
E. Schliephake (1929) beobachtete eine Unruhe und gesteigerte Beweglichkeit bei Ratten und Mäusen, die sich im Kurzwellen-Kondensatorfeld befinden; weiter aber stellte sich eine Erschlaffung ein. Nach der Bestrahlung entstand eine außerordentlich nervöse Reizbarkeit. Die Hauptwirkung der elektrischen Wellen nach E. Schliephake musste in einer Umsetzung der elektrischen Energie in Wärme gesucht werden (Frequenz von 20-100 Millionen Hertz pro Sekunde). Später entdeckte er aber auch spezifische, sogar elektive biologische Wirkungen. Dasselbe fand auch S. Jellinek im sehr schwachen Kondensatorfelde von nur 3-4 Watt!

An sich selbst konnte Schliephake nach sehr intensiver Beschäftigung mit Kurzwellenversuchen eine zunehmende nervöse Reizbarkeit wahrnehmen; trotz starker Mattigkeit wurde der Schlaf unruhig und schlecht. (...) (Wir beschlossen Diathermieströme der Wellenlänge 400-600 m) einer Untersuchung zu unterziehen, namentlich einer solchen mit Anwendung des elektrokinetischen Verfahrens, d.h. wir wollten dieselben aus einiger Entfernung durch die Luft auf die Nerven einwirken lassen, ohne irgend einen Kontakt der Diathermieelektroden mit den Nerven herzustellen. (...)

In unseren Versuchen mit Fernwirkung auf den Nerv gebrauchten wir gewöhnlich so schwache Diathermieströme, daß eine unmittelbar an den Handteller gedrückte Glaselektrode in demselben beinahe keine Wärmeempfindung wachrief. Meist wendeten wir eine Kondensator-Glaselektrode an, die am Ende eine flache Erweiterung in Form einer Scheibe von 4 1/2 cm Durchmesser besaß. Der freie Abstand zwischen dem Nerven und einer solchen Elektrode betrug gewöhnlich 40-50 cm; die physiologische Aktivität gab sich aber schon bei einem Abstand von 150 cm kund, wenn kleine Diathermieapparate angewendet wurden; beim Gebrauch eines großen Apparates waren es sogar bis 400 cm (s.u.)

Unsere Experimente stellten wir an Warmblütern (Kaninchen, Katze, N. ischiadicus) und an Kaltblütern an. Aufgabe der Versuche war die Klärung zweier Fragen: 1. Kann der Diathermiestrom aus der Entfernung als Nervenreiz dienen und 2. kann er beim Ausbleiben wahrnehmbarer Erregung unter denselben Bedingungen auf die Erregbarkeit des Nerven einwirken?

1. Der Diathermiestrom als Nervenreiz. Bei einer Entfernung von 1-2 cm vom Nerven rief die Diathermie-Glaselektrode (Kondensator) noch keine Muskelkontraktionen hervor, falls ein Strom von geringerer der mittlerer Stärke gewählt wurde. Bei Steigerung der Stromstärke oder bei Annäherung der Elektrode auf weniger als 1-2 cm vom Nerven erzielten wir eine Funkenemanation, die Muskelkontraktion hervorrief. Letztere waren höchst unregelmäßig wie auch die Funken selbst. Offenbar kamen unter den "Hochfrequenzströmen" infolge der unregelmäßigen Arbeit des kleinen Apparates auch solche von minderer Frequenz vor.
Die Diathermieströme können offenbar unter den genannten Bedingungen den motorischen Nerv eines Frosches reizen, was, wie oben erwähnt, auch in Bezug auf die Ströme von d´Arsonval bewiesen worden ist. Rückt man jedoch die Kondensator-Glaselektrode in einen Abstand von 3-4 cm vom Nerven, so wird keine merkbare Reizung mehr auftreten, die Muskeln verbleiben vollständig ruhig.

2. Einfluß der Diathermieströme aus der Entfernung auf die Erregbarkeit des Nerven. Über diese Frage fanden wir in der Literatur keinerlei, weder experimentelle, noch elektrotherapeutische Angaben. Schon a priori erschien wahrscheinlich, daß mit zunehmendem Abstand zwischen Nerv und Elektrode die Reizung abnehmen werde, um allmählich in die Phase einer bloßen Erhöhung der Erregbarkeit überzugehen. Dies wurde durch unsere Versuche vollkommen bestätigt.

A. Versuche an Fröschen

Die Versuchsanordnung war die folgende: das neuromuskuläre Präparat eines Frosches (Ischiadicus nebst Extremität) wurde auf eine Paraffinplatte gelagert, die Extremität mit einem Schreibhebel verbunden; ein vom Präparat (Nerv) abgehender Draht konnte (...) entweder mit der Erde oder mit einem isolierten großen Kondensator verbunden werden. Unter den Nerven wurden Platinelektroden geschoben und fixiert, die mit der sekundären Rolle des Schlitteninduktoriums von du Bois-Raymond (in genügender Entfernung) in Verbindung gebracht waren. In die primäre Kette diese Apparates wurde ein Metronom mit Platin-Quecksilberkontakt eingeschaltet, wodurch im Nerv rhythmische, regelmäßig-periodische frequente Reizungen mit einem faradischen Strom erzielt wurden; solche "Probereizungen" erfolgten etwa 1-2 mal in 1 Min. und dauerten je 0,7 Sek.

Vor Beginn der Diathermiestromwirkung stellten wir auf die angegebene Weise den Schwellenwert der faradischen "Probereizung" fest. Wir konnten also während langer Zeit genau die Änderung der Nervenerregbarkeit verfolgen, da nach unseren früheren Versuchen die Eigenschaften des Muskels sich unter den gegebenen Bedingungen nicht ändern. (...)
Wir müssen hervorheben, daß die Diathermieströme an und für sich, ohne die erwähnten Probereizungen, unter diesen Versuchsbedingungen keine ausreichende Reizung hervorbrachten; alle Muskelkontraktionen wurden ausschließlich durch regelmäßige faradische "Probereizungen" bedingt und die Änderungen der Kontraktionshöhen hingen nur von den Schwankungen der Erregbarkeit des Nerven ab. (...)

Der Versuch begann mit der Einstellung einer gewöhnlichen bzw. subminimalen faradischen "Probereizung", der sich während einer gewissen Zeitspanne eine "Hochfrequenzbestrahlung" zugesellte; war dieselbe beendet, so wurden schon allein die rhythmischen Probereizungen von derselben Stärke und demselben Tempo weiter wie vorher fortgesetzt. In einigen Versuchen unterbrachen wir (der Kontrolle halber) die " Probereizungen" während der Bestrahlung, wonach sie aufs neue fortgesetzt wurden, um die "Nachwirkung" des Diathermiestromes festzustellen. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Unter dem Einfluß einer Bestrahlung aus einer einzelnen Diathermieglaselektrode, (...) sogar wenn dieselbe nur von kurzer Dauer (nur von einigen Sekunden) war und bei einem Abstand von 50-100 cm zwischen der Elektrode und dem Nerv-Muskelpräparat, sah man sofort eine deutliche Steigerung der vorhin minimalen Muskelkontraktionen auftreten, welche durch periodisch-wiederkehrende faradische Probereizungen des Nerven, von beständiger Stärke und gleichem Rhythmus hervorgebracht wurden. Waren diese Reizungen subminimal, so daß keine "Probekontraktionen" des Muskels ohne Bestrahlung bemerkbar waren, so kamen letztere unter dem Einfluß einer Kondensator-Elektrode sogleich zum Vorschein und hatten beträchtliche Höhen. Hatten die "Probereize" noch vor der Bestrahlung Kontraktionen einer bestimmten Höhe ergeben, so stiegen dieselben während der

Bestrahlung noch an und erreichten Werte, die ums 5-10fache und noch mehr höher waren. Dauerte die Bestrahlung länger, z.B. 20-30 Sek. und mehr, so nahmen die Kontraktionshöhen ebenfalls beträchtlich zu. Andererseits aber genügte schon eine 1-2 Sek. lange Bestrahlung um schon bei einer derartigen kurzen Einwirkung ein deutlich positives Ergebnis zu erzielen. (Abb. 1, 2 u. 3).

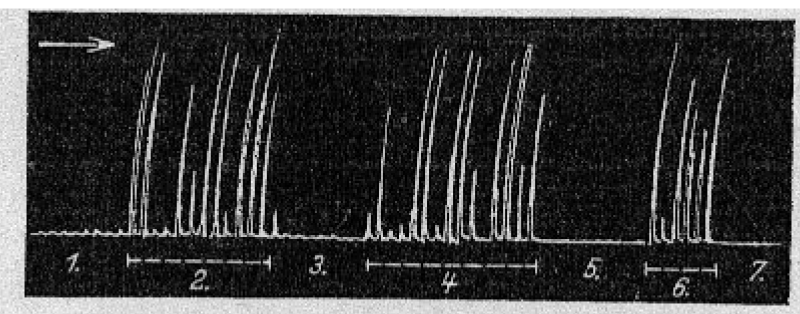


Abb. 1. Nerv-Muskel-Froschpräparat, Myogramme: 1, 3, 5, 7 Perioden mit subminimalen Probereizungen ohne Bestrahlung; 2, 4, 6 dasselbe während der Bestrahlung.

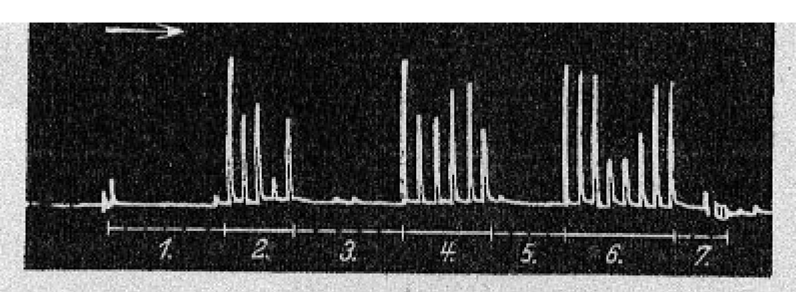


Abb. 2. Nerv-Muskel-Froschpräparat. 1, 3, 5, 7 subminimale Bestrahlung, 2, 4, 6 dieselbe Bestrahlung bei der Verbindung zwischen Nerv und Erde; faradische Probereizungen erfolgen unverändert die ganze Zeit periodisch, wie auch sonst.

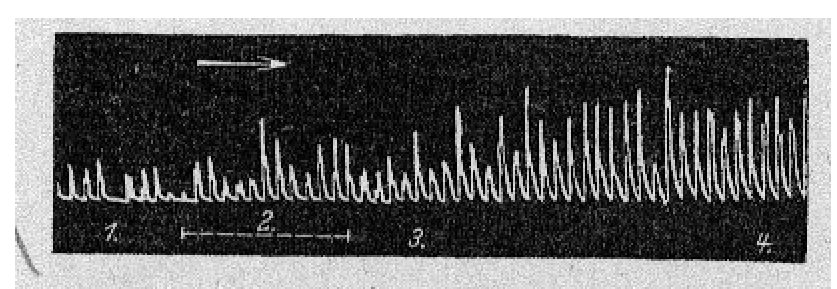


Abb. 3. Nerv-Muskel-Froschpräparat. Schwache Bestrahlung aus einer großen Entfernung. 1 faradische Probereizungen an sich; 2 dasselbe mit schwacher Bestrahlung; 3, 4 positive Nachwirkung.

Nach Ablauf der Bestrahlung rufen dieselben fortgesetzten "Probereizungen" relativ sehr geringe Muskelkontraktionen hervor, beinahe solche, wie sie vor der Bestrahlung erzielt wurden, mit anderen Worten, sinkt die erhöhte Erregbarkeit des Nerven sogleich bis zu der anfänglichen Höhe, die vor der Bestrahlung bestand. Nur in relativ seltenen Fällen kehrten die erhöhten Muskelkontraktionen nach beendigter Bestrahlung nicht sofort zur Norm zurück, sondern sanken - manchmal nach anfänglicher Zunahme (Abb. 3) - erst allmählich ab.

Kontraktionshöhen (mm) nach minimalen "Probereizungen".
1. Norm...2-3-3-2-1-2-3.

2. Während der Bestrahlung............10-21-8-8-7-14-14-7-20.
3. Sofort nach der Bestrahlung.........1-1-1-2-1-2-2-2-1-2.

In unseren Versuchen konnte man leicht erkennen, daß die Änderungen der Kontraktionshöhen, welche bei der Bestrahlung so unregelmäßig waren, ceteris paribus streng mit dem jeweiligen Abstand Schritt hielten: je näher die Glaselektrode dem Nerven ist, desto höher werden die "Probekontraktionen" und umgekehrt. In einem Versuch hatte eine 5-10 Sek. dauernde Bestrahlung eine enorme Steigerung der Erregbarkeit des Nerven bedingt, die Muskelkontraktionen nahmen bedeutend zu, obwohl die Kondensator-Glas-Diathermieelektrode 116 cm weit vom Nerv abstand. Die Versuche zeigten uns nun endlich, daß sogar bei geringerer Stärke des Diathermiestromes eine Erhöhung der Muskelkontraktionen sich bei einem Abstand von 140 cm und mehr zwischen Nerv und Glaselektrode zeigte, ohne jegliche Vermittlung irgendwelcher intermediären leitenden Massen. Eine unerlässliche Vorbedingung derartiger Versuche mit solcher minimalen Bestrahlung besteht in einer Verbindung des Nerven mit der Erde (Kapazitive Erdung) mittels eines Leiters, wodurch der physiologische Effekt der Bestrahlung beträchtlich gesteigert wird (Abb. 2)

Kontraktionshöhen (mm) bei minimalen "Probekontraktionen".
1. Norm..1-1-2-2-1-2-2-2.
2. Bestrahlung ohne Erdung.....................9-8-3-4-4-2-5-4-3.
3. Bestrahlung mit Erdung.......................24-13-15-5-14-10-16-28-15.
4. Nach der Bestrahlung.......................... 1-2-1-1-2-2-1-1-2.
(Zwischen 2 und 3 eine Pause.)

Wir halten es also für unzweifelhaft, daß elektrische bzw. elektromagnetische Wellen, die von einer Kondensator-Glaselektrode ausgehen, sogar wenn sie so schwach sind, die Erregbarkeit des Nerven, ungeachtet des relativ so großen Abstandes, steigern. Dies beweist einerseits eine hohe physiologische Aktivität solcher Schwingungen, andererseits aber große Empfindlichkeit des Nerven ihnen gegenüber. Wenn die Bestrahlung eine derartige physiologische Wirksamkeit offenbart, so ist überhaupt daraus zu schließen, daß ihre Energie von dem Organ assimiliert wird. Dieser Satz gilt bekanntlich für die biologischen Einwirkungen der Strahlenenergie überhaupt. Die speziell angestellten Versuche (B.D.) mit Curare haben schon seit langem bewiesen, daß es eigentlich die Nervensubstanz selbst, nicht aber die Muskeln an und für sich sind, die eine so große Empfindlichkeit zu der Wirkung sogar schwacher elektrischer Wellen oder eines variablen elektrischen Feldes kundgeben.

2. In den Fällen, wo die Stärke der Bestrahlung groß war, wenn die Elektrode nahe genug, z.B. in einem Abstand von 15-20 cm, an den Nerv herangebracht war, und wo die Bestrahlung lange genug anhielt (15-20 Sek. und mehr), wurde seitens der Erregbarkeit des Nerven ein genau entgegengesetzter Effekt erzielt, sie fiel nämlich manchmal sofort und sehr steil bis auf 0; die Muskelkontraktionen von denselben faradischen Probereizungen hörten auf. Sobald die Bestrahlung aber eingestellt wurde, die Probereizungen aber wie gewöhnlich fortdauerten, erschienen die Kontraktionen aufs neue; sie steigerten sich allmählich und erreichten wieder die Norm, die vor der Bestrahlung bestand. Eine starke Bestrahlung ruft also eine zeitweilige Depression der Nervenerregbarkeit hervor; während einer langdauernden Bestrahlung kann die Depression sehr stark bleiben, 60 Sek. und mehr, solange die Bestrahlung fortgesetzt wird.
Es ist eine interessante Tatsache, daß die Kontraktion nach einer langen Depression bisweilen sogar höher als vor derselben bzw. vor der Bestrahlung waren.

Kontraktionshöhen (mm) von faradischen "Probereizungen".
1. Norm...8-6-7-6-5-7
2. Während der Bestrahlung...................8-9-10-6-5-4-3-2-2.
3. Nach der Bestrahlung........................2-3-2-3-2-2-1-2
Depression bemerkbar in der zweiten Periode der Bestrahlung

Es muß daran erinnert werden, daß die schmerzlindernden Effekte von den Elektrotherapeuten durch unmittelbare Durchleitung der Diathermieströme durch den Körper mit Kontakten schon lange erzielt wurden; in unseren Versuchen aber wurde die Depression der Nervenerregbarkeit aus einer gewissen Entfernung, d.h. durch Elektrokinese, ohne Berührung des Nerven hervorgerufen.

3. Einfluß eines dazwischengeschobenen Schirms. Wird zwischen dem neuromuskulären Präparat und der Kondensatorelektrode ein vertikal aufgestelltes Metallblech eingeschoben, das mittels eines Drahtes mit der Erde verbunden ist, so hört die Bestrahlung vollkommen auf, den Nerv zu

beeinflussen; die Probekontraktionen der Muskeln bleiben an sich unverändert. Sobald der Kontakt zwischen Metallblech und Erdboden aber aufgehoben ist, oder sobald dasselbe ganz beseitigt wird, macht sich der gewohnte Effekt bemerkbar; die Erregbarkeit wird gesteigert, und die Kontraktionen werden stärker (s. Abb. 4)

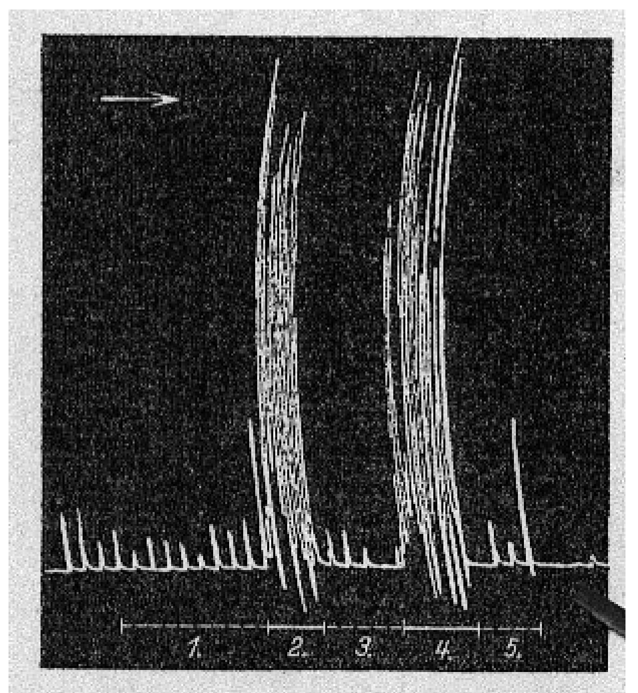


Abb. 4. Nerv-Muskel-Froschpräparat. 1, 3, 5 Bestrahlung mit eingeschaltetem metallischen Schirm (zwischen Nerv und Glaselektrode); 2, 4 Bestrahlung ohne Schirm, starke Vergrößerungen der Muskelzuckungen, fortwährende gleiche faradische Probereizungen, wie sonst überall.

Eine solche Dämpfung der elektromagnetischen Induktion des Nerven durch einen leitenden Schirm machte sich auch in früheren Versuchen (B.D.) mit elektrokinetischer Reizung mittels einer Antenne des Ruhmkorff-Induktoriums bemerkbar (l. c.). Bekanntlich sieht man dasselbe auch, wenn man den Nerv durch ein Geißlersches Rohr ersetzt; die Strahlung desselben wird durch Einschaltung eines Schirmes unterbrochen.

4. Versuche mit einem großen diathermischen Apparate vom Typus Thermoflux S 2 der Firma Siemens, Reiniger und Veifa.
Wir arbeiteten dabei mit zwei einzelnen Elektroden, die am Ende Kupferscheiben hatten, welche als Vibratoren dienten. Die sonstige Versuchsanordnung war wie zuvor.
Starke Effekte, in Form einer bedeutenden Steigerung der Muskelkontraktionen erzielten wir in Versuchen, in denen die beiden Diathermie-Elektroden ganz voneinander getrennt und durch einen großen Abstand (2-4 m und mehr) voneinander isoliert waren. Bei derartigen Beobachtungen befand sich die eine Elektrode sehr weit vom Nerv, während die andere aktive in einen Abstand von 70-80 cm von ihm angebracht wurde; diese Versuchsanordnung entsprach mehr dem unipolaren Einwirkungsverfahren. Das Ergebnis war eine bedeutsame Steigerung der Muskelkontraktionen. Je näher die aktive Elektrode an den Nerv gebracht wurde, desto stärker war die Steigerung der Nervenerregbarkeit infolge der Bestrahlung - und umgekehrt. Auch in diesen Versuchen sahen wir wiederholt, daß die Restitution der normalen Erregbarkeit des Nerven nach langdauernder Einwirkung der Bestrahlung relativ langsam erfolgte.

In einigen Versuchen wurden die Elektroden-Vibratoren in einem Abstand von je 75 cm beiderseits des Nerven so aufgestellt, daß das Nerv-Muskelpräparat zwischen den beiden zu stehen kam. In solchen Fällen wurde eine maximale Steigerung der Erregbarkeit des Nerven erzielt; die Muskelkontraktionen stiegen vom ersten Augenblick der Bestrahlung auf eine enorme Höhe, obwohl

sie von denselben faradischen Probereizungen stammten, die vor der Bestrahlung nur minimale Höhen ergaben. (..)
Die genannte beträchtliche Steigerung der Nervenerregbarkeit durch beiderseitige bipolare Bestrahlung lässt sich auch bei sehr großen Abständen der Elektroden vom Nerven - 150 cm einerseits und 450 cm andererseits - beobachten.

Zur Klärung der Frage über die Geschwindigkeit, mit der eine diathermische Bestrahlung den erwähnten physiologischen Effekt zustande bringt, stellten wir spezielle Versuche mit derselben bipolaren Einstellung (je 100-120 cm Abstand), aber mit sehr kurzem Schluß der primären Kette an, wobei die Stärke des Diathermiestromes auf ihr Maximum gebracht war. Es hat sich ergeben, daß eine sehr kurze Dauer der Bestrahlung während nur einiger Zehntelsekunden (etwa 0,2-0,3 Sek.) genügten, um die minimalen Probekontraktionen bei genügender Frequenz der "Probeinduktionsschläge" sofort in starke Muskelzuckungen zu verwandeln. Eine sehr kurze Bestrahlung genügte folglich um eine bedeutende Erhöhung der Nervenerregbarkeit zu erzielen. (...)

B. Versuche an den motorischen Nerven von Warmblütern.
Bei einem Tier, Kaninchen oder Katze, das enthauptet (künstliche Atmung) oder mit Chloralhydrat narkotisiert war, wurde der N. ischiadicus auf einer großen Strecke entblößt und möglichst hoch durchtrennt; das distale Ende wurde auf die unbeweglichen Elektroden eines Schlittenapparates gelegt, um kurze faradische Probereizungen durch den Nerv periodisch zu leiten; die Muskeln wurden mit einem Schreibhebel in Verbindung gesetzt. Das freie Ende des distalen Nerven wurde mit dem Erdboden oder mit einem großen isoliert aufgestellten Kondensator in Leitung gebracht. Auf diese Weise konnte der auf einige Zentimeter in der Luft schwebende freigelegte Nerv leicht der Bestrahlung unterworfen werden. Im übrigen war die Versuchsanordnung die gleiche wie beim Frosch.

Die Ergebnisse dieser Versuche waren ganz denjenigen analog, welche am neuromuskulären Froschpräparat erzielt worden waren: Auch beim Warmblüter steigert die Bestrahlung bedeutend die Erregbarkeit des motorischen Nerven, was aus der deutlichen Zunahme der Muskelkontraktionen erhellt. Die Myogramme nahmen manchmal sogar einen tetanischen Charakter an falls die Bestrahlung genügen stark und der Nerv in Kontakt mit dem Erdboden ist. Bei diesen Versuchen beobachteten wir auch Depressionserscheinungen, wie bei den Versuchen an Fröschen, wenn die Bestrahlung bedeutend verstärkt wurde.

Kontraktionshöhen (mm) bei minimalen faradischen Probereizungen
1. Norm...4-3-4-2-4-5-2-4-3-2.
2. Während der Bestrahlung.......................24-12-6-14-12-9-6-12-28.
3. Nach der Bestrahlung.............................2-3-4-2-2-3-4-3-2-2-2.

Entfernten wir die Elektrode 60-70 cm oder noch mehr vom Kaninchen, so ließen wir damit die Höhen des Myogramm bis zum Minimum und je nach den Versuchsbedingungen bis auf 0 herabsinken. Ist eine hohe Frequenz der wechselnden elektrischen Schwingungen, die im Nerven durch einen Diathermiestrom induziert werden, ein Hindernis für die Wanderung der Ionen (für die Änderung ihrer Konzentration in verschiedenen Schichten der Substanz und daraus für die Entstehung einer Erregung nach Nernst), so fördern dieselben Schwingungen dennoch eine Erhöhung der Erregbarkeit, indem sie die Beweglichkeit der molekularen Nerventeilchen ("Neurophoren") steigern.

C. Beeinflussung der Reflexe durch Diathermieströme aus einer Entfernung
Der Einfluß des elektromagnetischen Feldes auf das Zentralnervensystem bietet an und für sich ein interessantes Problem, zu dem die oben angeführten Resultate eine genügende Einleitung bilden können. (...)
Unsere Beobachtungen führten wir an Fröschen aus, bei denen durch voraufgegangene Dekapitation oder einen Schnitt durch das Mittelhirn die willkürlichen Bewegungen beseitigt waren. Die hintere Extremität wurde mit einem Schreibhebel in Verbindung gesetzt. Reflektorische Bewegungen derselben wurden, wie in den Versuchen an Nerven, durch "Probefaradisation" erzielt, die wie sonst von konstanter Stärke waren und mit periodischer Regelmäßigkeit durch die vordere Extremität durchgeleitet wurden. Die reflektorischen Bewegungen des Hinterbeins zeichneten sich durch große Regelmäßigkeit aus. (...) Hatten wir die Stärke der Probereizung fixiert, so begannen wir den Frosch (vom Rücken aus) zu bestrahlen, wobei die Kondensator-Glaselektrode etwa 20-30 Sek. lang in einem Abstand von 10 bis 15 cm und mehr gehalten wurde.

Was die Ergebnisse anbelangt, so ließ sich nur in seltenen Fällen eine deutliche Steigerung der reflektorischen Erregbarkeit und dann meist auch nur am Anfange des Versuchs beobachten. Der

nämliche schwache Probereiz, der vor der Bestrahlung kaum merkbare Flexion der hintern Extremität hervorrief, ergab jetzt unter Fernwirkung des Diathermiestromes ziemlich bedeutende Muskelkontraktionen: der Reflex steigerte sich. Diese Phase ließ sich übrigens nur eine kurze Zeitspanne sehen; bald trat an ihre Stelle eine ganz deutliche Depression des Reflexes zutage (Abb. 6).

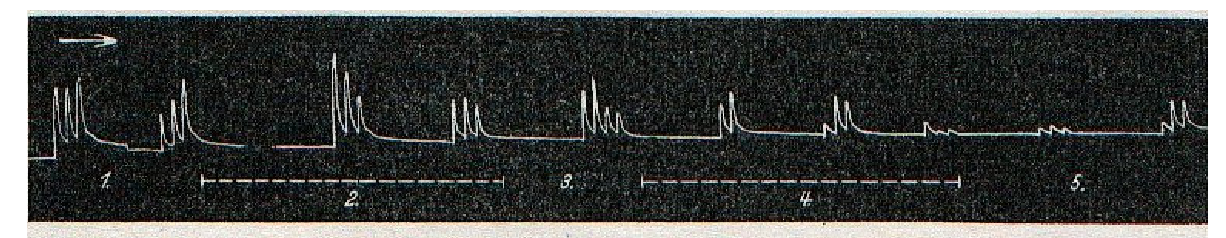


Abb. 6. Decerebrierter Frosch. Graphische Darstellung der periodischen reflektorischen Bewegungen an der hinteren Extremität; unipolare Bestrahlung des Rückenmarks. 1 Norm; 2 Bestrahlungsperiode; 3 Pause ohne Bestrahlung; 4 dieselbe Bestrahlung, aber aus einer geringen Entfernung; Depression; 5 ohne Bestrahlung, Nachwirkung; am Ende sieht man Restitution der Reflexerregbarkeit.

In der Mehrzahl der Fälle offenbarte sich diese Phase beinahe sofort, schon bei der ersten Bestrahlung. Ein Probereiz von ziemlich beträchtlicher Intensität, der vor der diathermischen Bestrahlung starke reflektorische Bewegungen hervorrief, wirkte jetzt immer schwächer und schwächer; die Muskelkontraktionen sanken allmählich bis auf 0 herab, trotz der fortgesetzten, gleichstarken periodischen Probereizungen. Unter unseren Versuchsbedingungen erfolgte die Restitution der reflektorischen Erregbarkeit des Rückenmarkes im allgemeinen ziemlich rasch. Diese Ergebnisse wurden durch wiederholte Beobachtungen an ein und demselben Frosche nicht verändert.

Höhen der reflektorischen Kontraktionen (mm).
1. Norm......................................22-20-21-22.
2. Während der Bestrahlung..........24-17-13-13-14.
3. Nach der Bestrahlung...............13-8-7-8-7-7-6.

Depression der Reflexe während der Bestrahlung (2) und nach derselben (3), nach kurzem Anstieg -24 mm in der Periode 2.
Unsere weiteren Versuche erwiesen, daß eine analoge Depression der Erregbarkeit der Nervenzentren auch bei Einwirkung derselben diathermischen Bestrahlung aus einer Entfernung auf die corticalen motorischen Zentren eines Hundes erfolgte. Über diese Versuche soll in einer weiteren Miteilung berichtet werden; einstweilen wollen wir uns damit begnügen hinzuzufügen, daß nach Bestrahlung der Hirnrinde bereits nach einer kurzen Pause nach der Depression eine Restitution der initialen Erregbarkeit der motorischen Zentren der Hirnrinde und sogar eine nachträgliche Steigerung derselben gegenüber der "Norm" erfolgt. Man muß hinzufügen, daß überhaupt die Versuche mit Fernwirkungen der Elektrizität auf die Nerven (besonders in situ !) und Nervenzentren unvergleichlich schwieriger als nach üblichen Kontaktmethoden gelingen.

Ergebnisse

1. Der Nerv eines neuromuskulären Froschpräparates wird die ganze Zeit minimalen periodischen faradischen Reizungen ausgesetzt; wird das Präparat während dieser Zeit aus einer Entfernung von 50-100-200 cm und mehr von der Diathermieelektrode bestrahlt, so werden die Muskelkontraktionen größer; nach der Bestrahlung kehrt die erhöhte Erregbarkeit des Nerven rasch auf die initialen Werte zurück. (...)

2. Eine Verbindung zwischen Nerv-Muskelpräparat und der Erde steigert den Einfluß der Bestrahlung bedeutend.

3. Der erwähnte fördernde Einfluß der Bestrahlung auf die Erregbarkeit der Nerven lässt sich schon bei ganz kurzem (einige Zehntelsekunden) Schluß der Kette eines diathermischen Stromes merken.

4. Wirkt die Bestrahlung des Nerven stark, so sieht man einen entgegengesetzten Effekt, nämlich eine scharfe Depression der Nervenerregbarkeit.

5. Dieselben Erscheinungen einer Steigerung der Erregbarkeit des Nerven, wie auch diejenigen ihrer Depression werden auch unter Einfluß der Bestrahlung des N. ischiadicus eines Warmblüters bemerkbar.

6. Unter dem Einfluß der Bestrahlung erleiden die reflektorischen Bewegungen eines Frosches meist nur eine deutliche Depression.

Kosmisch-physikalische Störungen der Ionosphäre, Troposphäre und Biosphäre

B.Düll; T.Düll
In: Bioklimatische Beiblätter der Meteorologischen Zeitschrift, Band 6 Heft 2, S. 65ff, Braunschweig 1939

(S. 72) (Die) Ionosphäre (ist) der Ort für die Entstehung und Ausbreitung von Strahlungen (...), die den Erdboden erreichen, ja bis in die Wohnräume des Menschen eindringen und die bei der Suche nach dem die sogenannte "Wetterfühligkeit"" in ihren leichtesten und schwersten Formen hervorrufenden "Agens" unbedingt mitberücksichtigt werden müssen. Wir betrachten zunächst die unter den mehr oder weniger unglücklich gewählten Bezeichnungen "atmosphärische Störungen", "Luftstörungen", "Hoch- und Niederfrequenzschauer", "elektrische Parasiten" ("atmospherics", "statics", "atmospériques", "parasites") usw. in die Literatur eingegangenen, *sehr schnellen ruckartigen Schwankungen des elektromagnetischen Feldes der Erde, die einzeln und in Gruppen* auftreten können und deren Reichweite oft erstaunlich groß ist. So traten bei Versuchen, die vor etwa 15 Jahren vom Telegraphentechnischen Reichsamt ausgeführt wurden, an zwei Orten, die 580 km voneinander entfernt waren (Strelitz und Gräfelfing bei München), 98% einer bestimmten Störungsart gleichzeitig auf. An zwei Orten, deren Abstand 6400 km betrug (Strelitz - Riverhead (USA)), ließen sich immerhin noch ein größerer Teil dieser Störungen identifizieren. Die Dauer der am häufigsten beobachteten Einzelstörungen beträgt ungefähr 100 bis 150 Mikrosekunden, die ganzer Gruppen bis zu 50 000 Mikrosekunden. Haben diese Störungen einen periodischen oder quasiperiodischen Verlauf, so liegt die Frequenz meist zwischen 5000 und 10 000 Hertz pro Sekunde.

Die am häufigsten gemessene Amplitude der Störung beträgt 0,25 bis 0,50 Volt pro Meter, kann aber auch weit höhere Werte annehmen. Die Steilheit der Wellenfront kann bei diesen Störungen zwischen 5 und 200 Millivolt pro Meter und Mikrosekunde liegen. Da alle derartigen Feldstörungen eine Antenne zu Schwingungen anregen, können sie durch einen angeschlossenen Empfänger verstärkt, gleichgerichtet und im Lautsprecher hörbar gemacht werden. Dem Ton entsprechend, den sie dann hervorbringen, werden sie als *Knall- und Knackstörungen* ("clicks") bezeichnet, wenn es sich um Einzelstörungen handelt, als *Krach-, Kratz-, Rassel- und Brodelstörungen* ("crashes", "scratchings", "rattlings", "grinders"), wenn es sich um Gruppenstörungen handelt. Daneben gibt es noch niederfrequente *"Pfeif- oder Pioutöne"* ("tweeks", "whistlers"), die eine Dauer von Bruchteilen einer Sekunde bis zu mehreren Sekunden haben können. Für ihre Aufzeichnung stehen hochentwickelte Apparaturen zur Verfügung, wir erwähnen nur die Feder-, Saiten- und Kathodenstrahloszillographen, die Impulsschreiber und die Röhrenvoltmeter.

Als Ursache der "elektrischen Parasiten" (wie wir die hoch- und niederfrequenten Störungen des elektromagnetischen Feldes der Erde der Kürze halber hier nennen wollen) kann man nicht einfach nur Blitze annehmen, sondern muß ihre Mehrzahl auf Einbrüche solarer elektrischer Teilchen in die höchsten Schichten der Erdatmosphäre und auf Wiedervereinigungsvorgänge zwischen Ladungsträgern entgegengesetzten Vorzeichens in der Ionosphäre zurückführen. Für die Richtigkeit dieser Anschauung sprechen alle neueren Beobachtungen und Untersuchungen. Nach R.A. Watson-Watt steigt bei stärkeren Änderungen der Vertikalintensität des erdmagnetischen Feldes (die ihrerseits im engsten Zusammenhang mit Vorgängen in der Ionosphäre stehen), die Stärke der auf einer Wellenlänge von etwa 20 000 m beobachteten Parasiten plötzlich auf den doppelten bis vierfachen Wert an. (...)

(S.75) Für den Bioklimatologen ist nun besonders wissenswert, dass zwei ganz bestimmte Arten von "elektrischen Parasiten", nämlich die *"clicks"* und vor allem die *"Pfeif- und Pioutöne"* nach T.L. Ekkersley *an Tagen mit erdmagnetischen Störungen* ganz erheblich häufiger auftreten als an magnetisch ruhigen Tagen ("...whistlers are definitely associated with magnetic storms. That is to say, the frequency of occurence of these is *enormously* greater on magnetically disturbed days than on quiet days...").Diese Parasiten können so kräftig sein, daß sie eine Nachrichtenübermittlung, bei der die Erdkruste als übertragendes Medium benutzt wird, zeitweise unmöglich machen (M. Seddig). Daß sie irgendwie auch auf biologisches Geschehen einwirken können, ist nicht unmöglich, Untersuchungen darüber stehen noch aus.

Bioklimatisch wichtig sind vielleicht auch die "erdmagnetischen Elementarwellen", die u.a. auch Perioden in der Größenordnung von 1/10 Sekunde, also in einem Frequenzbereich besitzen, der außerordentlich charakteristisch ist für die elektrischen Aktionsströme des Gehirns (H. Berger) und der Muskeln (F. Sauerbruch und W.O. Schumann). (...) Ebenso wie die Variationen und Störungen des erdmagnetischen Feldes stehen auch die *Polarlichter* ihrer Art, Häufigkeit, Helligkeit und geographischen Verteilung nach in sehr enger Beziehung zur eruptiven Sonnentätigkeit und zum jeweiligen Zustand der Ionosphäre. Während eines 7monatigen (Winter-) Aufenthalts auf der direkt in der Nordlichtzone gelegenen Insel Island wurde uns wiederholt von dänischen Kapitänen und isländischen Fischern berichtet, dass sie *an Tagen mit besonders starken Nordlichtern eine deutliche Verschlimmerung ihrer gichtischen und rheumatischen Beschwerden wahrnehmen*. An unserer isländischen Umgebung fiel uns an solchen Tagen eine deutliche *Steigerung gewisser psychischer und nervöser (spastischer) Beschwerden* auf. Selbstverständlich möchten wir auch diese Mitteilungen und Beobachtungen nur als Anregung zu einer objektiven Beweisführung aufgefasst wissen, keinesfalls aber als Beweis selbst. Wichtig scheint uns zu sein, dass auch beim Auftreten von starken Polarlichtern eine besondere Art von "elektrischen Parasiten", die *"aurora statics"* (H. Jelstrup) beobachtet werden.

Wetter und Gesundheit

Bernhardt Düll
Wissenschaftliche Forschungsberichte
Naturwissenschaftliche Reihe Band 54, Dresden 1941

(S.65f) Eine andere Begleiterscheinung der UV-Einbrüche (Anmerkung: Anstieg der auf die Erde fallenden UV-Strahlung durch chromosphärische Eruptionen auf der Sonnenoberfläche), die zum ersten Mal von R. Bureau, J. Maire und R. Jouaust festgestellt wurde, besteht darin, dass gleichzeitig mit dem Eintreffen der eine chromosphärische Eruption verkündenden besonderen Lichtstrahlen ein plötzlicher, mehrere hundert Prozent betragender Anstieg der sogenannten "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" stattfindet. Bei diesen "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" handelt es sich um sehr schnelle, stoßartige Schwankungen des elektrischen und magnetischen Feldes der Erde, die normalerweise beim plötzlichen Ausgleich hoher elektrischer Ladungen entstehen. Zur Zeit lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit abschätzen, ob diese anormalen Störungsanstiege bei chromosphärischen Eruptionen durch die infolge der stark erhöhten Ionisation eines Teiles der Atmosphäre vermutlich auch verstärkten atmosphärische-elektrischen Ausgleichsvorgängen hervorgerufen werden, ob sie auf plötzlich wesentlich verbesserte Ausbreitungsbedingungen der "normalen" "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" zurückgeführt werden müssen oder ob gar ein Teil dieser Störungen direkt von der Sonne stammt.

(S.73) **Die akustischen, elektrischen und magnetischen "Flatterfrequenzen"**
Eine besondere Erwähnung verdienen gewisse sehr schnelle Luftdruckoszillationen oder Infraschallschwingungen mit einer Schwingungszahl von etwa 6-12 pro Sekunde, die z.B. dann auftreten, wenn die Luftmassen nicht ganz abgedichteter Innenräume durch starken Wind (z.B. Föhn) oder bestimmte Luftdruckschwankungen zu Eigenschwingungen angeregt werden. Ihnen kann nach Versuchen, die W. Storm van Leeuwen und Mitarbeiter angestellt haben, eine besondere physiologische Wirkung zukommen, die gewissen Symptomen der Wetterfühligkeit nicht unähnlich ist. Aus Gründen, deren Darlegung hier zu weit führen würde, kommen aber auch die Infraschallwellen als maßgebliches "Agens" nicht in Frage, wenngleich die Möglichkeit ihrer Beteiligung am Zustandekommen der Wetterfühligkeit und -empfindlichkeit nicht bestritten werden kann. Sehr interessant ist aber, dass die genannte "kritische" Schwingungszahl der Infraschallwellen in einem Frequenzbereich liegen - wir nennen ihn aus psychophysiologischen Gründen den "Flatterbereich" - der auch für gewisse Schwankungen des erdmagnetischen Feldes, des erdelektrischen Feldes und der sogenannten Bodenunruhe charakteristisch ist. Für eine (bisher nicht näher untersuchte) biologische Wirkungsmöglichkeit, insbesondere der elektrischen und magnetischen "Flatterfelder", spricht vielleicht die Tatsache, dass die elektrischen Aktionsströme des menschlichen Gehirns, der Nerven und der Muskeln ihre stärksten Amplituden ebenfalls im "Flatterbereich" aufweisen.

(S.76ff) **Die "athmosphärisch-elektrischen Parasiten"**
Die schon kurz erwähnte und durch außerordentlich viele Beobachtungen belegte Tatsache, dass viele der akuten Anzeichen von Wetterfühligkeit und Wetterempfindlichkeit in einem künstlich temperierten und befeuchteten, mit gut schließenden Doppelfenstern versehenen Raum genauso deutlich auftreten wie im Freien, spricht dafür, dass die Spurenstoffe und Ionen der Luft allein zur Aufstellung eines "Wirkungsschemas" nicht ausreichen. Vielmehr führt die Berücksichtigung aller bis heute auf meteoropsychologischem, -physiologischem und -pathologischem Gebiet gemachten Beobachtungen ausgesprochenster Fernwirkungen zu der Annahme, dass möglicherweise auch den nachweislich von Störungsherden der hohen und tiefen Atmosphäre ausgehenden, und weite Lufträume ebenso, wie z.B. Mauern mehr oder weniger gut durchdringenden Strahlen gewisse biologische Wirkungen zukommen. Wenn wir im folgenden kurz die wesentlichsten Eigenschaften der beiden wichtigsten der in Frage kommenden Strahlenarten erläutern, dann im Hinblick darauf, dass die Auffindung des die Wetterfühligkeit und Wetterempfindlichkeit hervorrufenden "Agens" als Zentralproblem der gesamten Meteorobiologie zu betrachten ist und für die Lösung dieses Problems auch der bescheidenste Anhaltspunkt von Wichtigkeit sein kann und deshalb sorgfältig untersucht werden muß.

Die eine dieser beiden Strahlenarten, die gar nichts "Mystisches" an sich haben, da sie seit Jahren mit exakten physikalischen Methoden in allen fünf Erdteilen registriert werden, umfasst die schon in einem früheren Kapitel erwähnten "atmosphärisch-elektrischen Parasiten". Diese stoßartig einsetzenden

Schwingungen des elektrischen und magnetischen Feldes der Erde werden verursacht durch elektrische Ausgleichsvorgänge an solchen Stellen der Atmosphäre, wo infolge heftigen thermodynamischen Energieumsatzes (Zyklonen, Stürme und Gewitter) oder infolge solarer Strahlungseinbrüche abnormal hohe Ionenkonzentrationen und sehr starke elektrische Felder auftreten. Die Reichweite der "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" beträgt (nach M. Bäumler und anderen) nachweislich mehrere tausend Kilometer, und ihre Ausbreitung erfolgt mit Lichtgeschwindigkeit.

Die atmosphärischen Zentren ihrer Entstehung (z.B. Sturmzyklonen, Gewitterherde usw.) sind, wie aus Untersuchungen von J. Lugeon, R. Bureau, B. F. J. Schonland und D. B. Hodges, R. A. Watson Watt, E. H. Kincaid, J. T. Henderson, S. P. Sashoff und J. Well, I. Ranzi und anderen hervorgeht, mit gerichteten Antennen (z.B. Rahmenantennen) direkt anpeilbar. Auch bei ionosphärischer Entstehung der "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" lassen sich nach F. Schindelhauer im Laufe des Tages und Jahres deutlich verschiedene bevorzugte Einfallsrichtungen nachweisen. Die Dauer der am häufigsten beobachteten Einzelstörungen beträgt ungefähr 100-150 Mikrosekunden, die ganzer Gruppen bis zu 50 000 Mikrosekunden. Bei einem periodischen oder quasiperiodischen Verlauf dieser Störungen liegt ihre Frequenz zumeist zwischen 5000 und 10 000 Hertz pro Sekunde. Ihre Amplitude kann einige Millivolt bis einige Volt pro Meter betragen. Treten die Störungen einzeln auf, dann machen sie sich im Lautsprecher eines elektrisch in geeigneter Weise dimensionierten Empfangsapparates als Klick-, Knack- und Knallstörungen bemerkbar, bei gruppenweisem Auftreten rufen sie Krach-, Kratz-, Prassel-, Brodel- und Zischgeräusche sowie Pfeiftöne hervor. Ihre ojektive Aufzeichnung erfolgt mit Hilfe von Feder-, Saiten- und Kathodenstrahloszillographen oder mit Impulsschreibern und Röhrenvoltmetern.

Auf die Möglichkeit einer biologischen Wirkung dieser "atmosphärisch-elektrischen Parasiten" ist erstmals wohl von F. Larroque, später auch von C. Dorno, A. Gockel u. a. hingewiesen worden. Die Art einer etwaigen Wirkung dieser Feldstöße auf den Organismus darf man sich vielleicht ähnlich derjenigen vorstellen, die von verschiedenen Seiten zur Erklärung der durch sehr schwache Kurzwellenbesendungen hervorgerufenen psychophysischen Reaktionen in Betracht gezogen worden ist. Vielleicht spricht für diese Anschauung, dass die Merkmale des sogenannten "Kurzwellenkaters" den Symptomen der Wetterfühligkeit in ihren leichten und schweren Formen sehr ähnlich sein können. Von den außerordentlich zahlreichen diesbezüglichen Beobachtungen seien nur diejenigen von E. Schliephake erwähnt. Dieser konnte bereits vor zehn Jahren feststellen, dass sich bei Menschen, die eine Zeitlang in der Nähe von Ultrakurzwellensendern geweilt hatten, ähnliche nervöse Erscheinungen einstellten, wie sie vom Neurastheniker her bekannt sind, nämlich: starke Benommenheit und Mattigkeit am Tage und unruhiger, mit ausgesprochenen Angst- und Schreckzuständen verbundener Schlaf in der Nacht; dazu ein eigenartig ziehendes Gefühl in der Stirn und Kopfhaut; oft Kopfschmerzen, die sich bis zur Unerträglichkeit steigern; ferner Neigung zu depressiver Stimmung, Aufgeregtheit und Streitsucht.

Bei längerer Einwirkung der elektrischen Wellen zeigten sich außerordentliche Trägheit und Entschlussunfähigkeit. Bei anderen von B. Danilewsky und A. Worobjew ausgeführten Versuchen mit Nerven-Muskel-Präparaten in Ringerscher Lösung ergaben sich deutliche physiologische Wirkungen auch dann, wenn die Bestrahlung nur Bruchteile einer Sekunde dauerte, also impulsartig erfolgte, in Analogie zu den "atmosphärisch-elektrischen Parasiten".

Tail pinch induces eating in sated rats wich appears to depend on nigrostriatal dopamine
Seymour M. Antelman, Henry Szechtman
In: Science, Vol. 189, August 1975, pp. 731-733

Kneifen des Schwanzes löst bei satten Ratten Fressverhalten aus was vermutlich mit dem Einfluß von Dopamin im Nigrostriatum zusammenhängt

Zusammenfassung
Leichter Druck auf den Schwanz verursachte schnell und zuverlässig Fress-, Knabber- und Leckverhalten bei allen untersuchten Ratten. Fressen war das bei weitem vorherrschende Verhalten. Die pharmakologische Untersuchung der Beteiligung von Katecholaminen des Gehirns bei dieser Reaktion auf Schwanzdruck deutet darauf hin, daß an diesem Verhalten vor allem das Dopaminsystem des Nigrostriatums (Anmerkung des Übersetzers: Ein Bereich des Gehirns) beteiligt ist.

(...) Durch leichten Schwanzdruck hervorgerufenes Fressen ist in der Regel nicht von normalem Fressen zu unterscheiden. Direkt nach dem Druck auf den Schwanz beginnt das Tier zu schnüffeln und seine Umgebung einige Sekunden lang zu untersuchen. Dann wird ein Stück Trockenfutter hochgenommen und zwischen den Vorderpfoten gehalten worauf die Ratte beginnt Stücke abzubeißen und zu kauen. Während länger andauerndem Druck machen die Tiere zwischen den einzelnen Bissen Pausen und schlucken das Futter ziemlich normal. Das Fressverhalten hält fast immer so lange an wie der Druck auf den Schwanz. Dabei wird relativ wenig Futter verstreut weil die Tiere in der Regel ohne Hast ein einzelnes Stück des Futters fressen. Bei einigen Tieren scheint der Druck auf den Schwanz allerdings zu einem verstärkten Streß zu führen (was durch Schreien angezeigt wird) und diese Tiere wechseln oft von einem Futterstück zum nächsten. Dabei verstreuen oder zerknabbern sie manchmal einen Teil des Futters.

Das durch Schwanzdruck ausgelöste Fressverhalten ist eine ausgesprochen zuverlässige Reaktion, die bei jedem der verwendeten Tiere schnell und wiederholt ausgelöst worden ist. Dieses Verhalten scheint nicht grundsätzlich von der Aktivierung von Mechanismen der Schmerzwahrnehmung abzuhängen, denn es kann zuverlässig durch die Anwendung eines geringen Druckes hervorgerufen werden, der kein Schreien hervorruft. Da den Catecholaminen des Gehirns Norepinephrin und Dopamin oft eine Beteiligung an der Steuerung des Fressens zugeschrieben wird, haben wir ihre jeweilige Rolle bei der Auslösung von Fressverhalten durch Druck auf den Schwanz untersucht. Unsere Ergebnisse zeigen daß Fressen, ebenso wie die anderen während des Druckes auf den Schwanz beobachteten Konsumverhaltensweisen, direkt vom Dopamin des Gehirns abhängt. (..)

Die Ratten wurden paarweise (...) mit freien Zugang zu Futter und Wasser gehalten. Die Versuche wurden während des Tages in flachen Schüsseln mit Durchmessern zwischen 34,3 und 44,5 cm durchgeführt. Jede Schüssel enthielt sechs bis zehn Stücke Trockenfutter (Purina Rat Chow). Für den Schwanzdruck wurde eine 25 cm lange chirurgische Gefäßklemme (Hemostat) verwendet deren Spitzen mit Schaumgummi überzogen waren. Der Versuch bestand aus fünf zwanzig Sekunden langen Vorversuchen zwischen denen jeweils 5 bis 8 Minuten vergingen und bei denen keine Katecholamine verwendet wurden. Nach einer angemessenen Zeit folgten dann fünf Versuche bei denen Katecholamine oder Placebo verwendet wurden. Alle Tiere zeigten ohne Katecholamin sowie mit Placebo innerhalb von 20 Sekunden in 98 von 100 Versuchen Fress-, Knabber- oder Leckverhalten (im folgenden als Schwanzdruckverhalten bezeichnet). (...)

Unser erster Versuch diente dazu die Wirkungen einer pharmakologischen Blockade von Norepinephrin und Dopamin Rezeptoren des Gehirns auf das Schwanzdruckverhalten festzustellen. Haloperidol wurde ausgewählt weil bekannt ist, daß von diesem Stoff in nicht zu hohen Dosen sowohl Norepinephrin als auch Dopamin Rezeptoren blockiert werden (...). Dosen von 0,2 und 0,4 mg pro kg Körpergewicht blockierten Schwanzdruckverhalten signifikant in 44 und 52 Prozent der unternommenen Versuche. (...) Diese Blockade konnte nicht einer allgemeinen Schwächung (durch Haloperidol) zugeschrieben werden, denn die Tiere schrien und liefen erschrocken im Versuchsraum umher. In den Versuchen, in denen Schwanzdruckverhalten hervorgerufen wurde, hielt es in der Regel an bis die Gefäßklemme entfernt wurde. Im übrigen dauerte es bei mit Haloperidol behandelten

Tieren im Vergleich zu den mit Placebo behandelten Tieren bei allen Dosen länger bis sie das Schwanzdruckverhalten zeigten (Placebo: 2 Sekunden; 0,1 mg/kg: 4 Sekunden; 0,2 mg/kg: 10 Sekunden; 0,4 mg/kg: 7,5 Sekunden (...)).

Da die Ergebnisse mit Haloperidol nahe gelegt haben, daß Katecholamine am Schwanzdruckverhalten beteiligt sind, haben wir versucht Wirkungen zu identifizieren die in erster Linie durch die Wirkung von Norepinephrin oder von Dopamin ausgelöst werden. Zuerst haben wir die Wirkung von spezifischen Dopaminrezeptor blockierenden Stoffen, nämlich Spiroperidol und Pimozid auf das Schwanzdruckverhalten untersucht. (...) Spiroperidol blockierte signifikant das durch Schwanzdruck hervorgerufene Fressverhalten bei 50 Prozent der Versuche mit einer Dosis von 0,125 mg/kg. Bei einer Dosis von 0,25 mg/kg wurde das Schwanzdruckverhalten vollständig unterdrückt. (...) Pimozid reduzierte das Schwanzdruckverhalten bei Dosen von 1 und 2 mg/kg signifikant auf 60 Prozent der Versuche. (...) Während der Versuche in denen Schwanzdruckverhalten gezeigt wurde waren die Zeiten bis zum Auftreten bei 0,125 mg Spiroperidol pro kg signifikant vergrößert (Placebo: 3 Sekunden; 0,125 mg/kg: 17 Sekunden (...)), ebenso bei allen Dosen von Pimozid (Placebo: 2 Sekunden; 0,5 mg/kg: 5 Sekunden; 1 mg/kg: 12 Sekunden; 2 mg/kg: 8 Sekunden (...)). (...) Die Blockade des Schwanzdruckverhaltens hängt wahrscheinlich nicht mit einer Unterdrückung der Aufmerksamkeit zusammen, denn die Tiere erschienen eher aufgeregter als gewöhnlich. (...)

Diese Ergebnisse legen nahe, daß die Dopaminrezeptoren des Gehirns an entscheidender Stelle zum Verhalten des Fressens, Nagens und Leckens als Reaktion auf den Schwanzdruck beitragen. (...) Blockade der Norepinephrin Rezeptoren des Gehirns mit Alpha oder Beta Blockern hatten keinerlei Wirkung auf die Auslösung des Schwanzdruckverhaltens oder auf die Zeit bis zu seinem Auftreten. (...) Zusammengenommen deuten unsere Ergebnisse stark daraufhin, daß Schwanzdruckverhalten entscheidend vom Dopamin, nicht aber vom Norepinephrin abhängt.

Um die Rolle des nigrostriatalen Bündels beim Schwanzdruckverhalten direkt zu untersuchen, verletzten wir diese Nervengruppe mit Injektionen von 6-Hydroxydopamin (...) und untersuchten die Tiere danach. (...) Wenn das Schwanzdruckverhalten entscheidend von der Funktionsfähigkeit des nigrostriatalen Bündels abhängt, müsste es 48 Stunden nach der Behandlung von Ratten mit 6-Hydroxydopamin bei diesen massiv unterdrückt sein.(...) Trotzdem war die Auslösung des Schwanzdruckverhaltens nur bei 44 Prozent aller Versuche unterdrückt. (...)

Dieses Ergebnis legt zwei Möglichkeiten nahe:
1. Dopaminfasern außerhalb des nigrostriatalen Bündels könnten an der Auslösung des Schwanzdruckverhaltens entscheidend beteiligt sein oder
2. Einige wenige überlebende Dopaminfasern die auf überempfindliche Dopaminrezetoren im Nucleus caudatus (Schweifkern) einwirken, könnten ausgereicht haben, das Schwanzdruckverhalten bei einem bedeutenden Teil der Versuche auszulösen. Die Wahrscheinlichkeit der zweiten Alternative wird durch die Ergebnisse bei einer dritten Gruppe von Tieren nahegelegt, die 48 Stunden nach der Einwirkung von 6-Hydroxydopamin (...) mit 0,1 mg Haloperidol pro kg Körpergewicht behandelt wurden. Diese Haloperidol Dosis sollte, auch wenn sie bei Tieren ohne Verletzung der Nerven keine blockierende Wirkung hatte (...), effektiver in der Blockade von überempfindlichen Rezeptoren des Nucleus caudatus bei Tieren mit verletzten Nerven sein. Obwohl keines der Tiere, die 48 Stunden nach der Behandlung mit 6-Hydroxydopamin untersucht wurden, eine vollständige Blockade des Schwanzdruckverhaltens zeigte, fand bei drei von fünf Tieren nach der zusätzlichen Gabe von Haloperidol eine vollständige Unterdrückung dieses Verhaltens statt. (...)

Unsere Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:
1. Leichter Schwanzdruck rief schnell Fressen, Nagen oder Lecken bei allen untersuchten Tieren hervor, wobei Fressen das vorherrschende Verhalten war.
2. Dieses Schwanzdruckverhalten scheint stark mit dem Dopaminsystem des Nigrostriatums zusammenzuhängen. (...) Unser Labor hat auch gezeigt, daß Schwanzdruck außer Fressen, Knabbern und Lecken ebenfalls zuverlässig Trinken und Brutpflegeverhalten auslösen kann. Das jeweils vom Schwanzdruck ausgelöste Verhaltensmuster scheint von den in der Umgebung vorhandenen Objekten abzuhängen und ist immer an diese Objekte angepasst. Ein Austausch der vorhandenen Objekte, zum Beispiel der Austausch von Trockenfutter gegen eine Tränkvorrichtung, verursacht ein sofortiges "Umschalten" des Verhaltens.

Experimentelle Untersuchungen über die Physiologie der Carotisdrüse beim Menschen

J. Jacobovici; I.I. Nitzescu; A. Pop
In: Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin, Band 66, S. 359-372, Berlin 1929

1. Der 1. Versuch (Abb.1) wurde an einem Epileptiker von 23 Jahren in Äthernarkose, nach vorausgegangener subcutaner Morphiuminjektion von 0,02 g angestellt. Es wurde die rechtseitige Carotisdrüse präpariert und der arterielle Druck im linken zentralen Ende der Radialis registriert. (...) Es wurden nacheinander sowohl der Sinus wie auch die Drüse elektrisch und mechanisch gereizt. Die Reizung des Sinus geschah auch vor der Präparierung und Isolierung der Drüse. Die öfters wiederholte, auch intensivere faradische Reizung des Sinus war von keiner Änderung des arteriellen Druckes gefolgt (Abb. 1-3).

Auch die Kompression des Sinus zwischen den Fingern erzeugt keine ausgesprochene Veränderung des Blutdruckes. Im Gegenteil verursachte die schwache faradische Reizung, in kleinen Zeitabständen wiederholt, eine ausgesprochene Senkung des Blutdruckes, gefolgt von einer leichten Abnahme der Zahl der Herzschläge, die, wenn die Reizung aufhörte, allmählich zur Normalen zurückkehrten (Abb. 1 (4, 5, 6,)). Die mechanische Reizung, durch Kompression der Carotisdrüse mit der anatomischen Pinzette, erzeugte gleichfalls eine Tendenz zur Abnahme des Blutdruckes. Nach Entfernung der Drüse blieb die wiederholte Reizung ihrer Stelle ohne Erfolg (Abb. 1 (7)). (...)

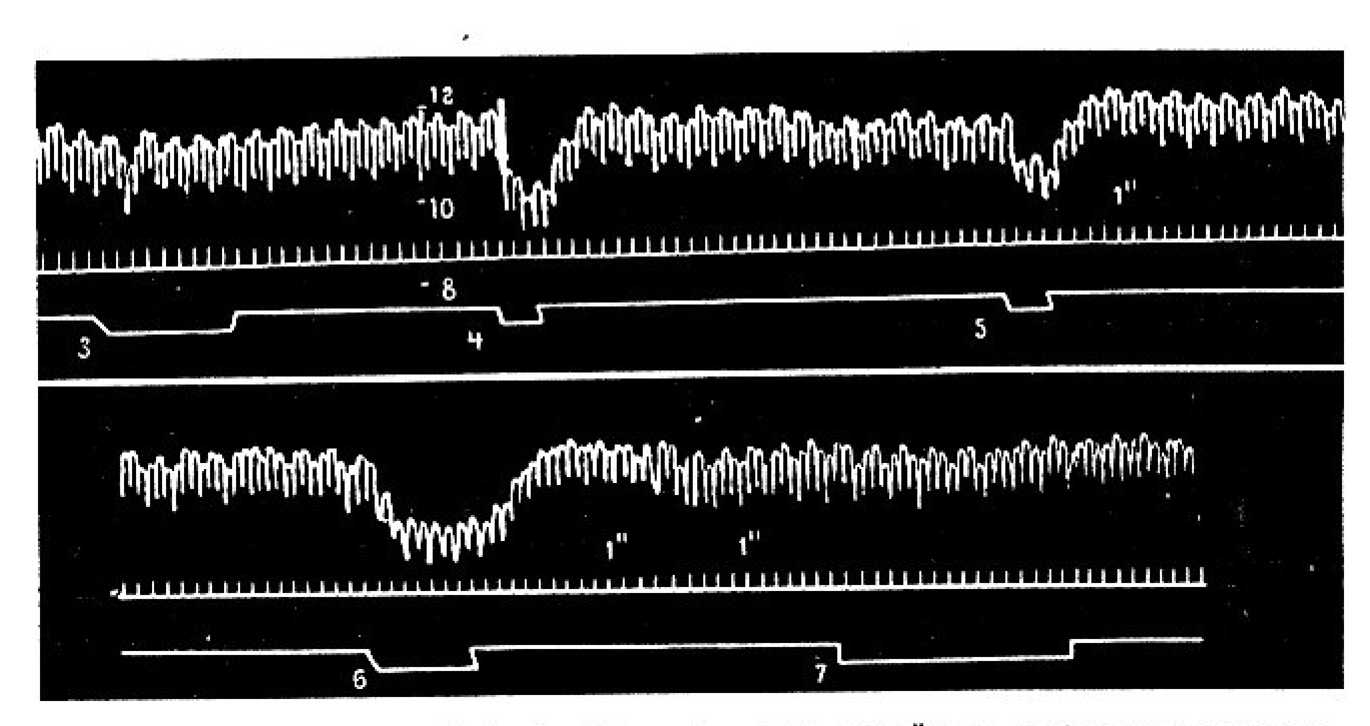


Abb. 1. Exp. I. Um $^1/_5$ verkleinert. Allgemeinnarkose mit Äther, vorher 0,02 Morphium subcutan. Oben Blutdruck in der linken Art. radialis. Bei „3" faradische Reizung (R.A. 10) des rechten Carotissinus. Bei „4", „5", „6" faradische Reizung der rechten Carotisdrüse. Bei „7" Reizung der Stelle nach Exaeresis der Drüse. Rein depressorische Wirkung nur bei Reizung der Drüse. Mitte: Zeit in Sekunden.

2. Der 2. Versuch wurde an einem 26jährigen Patienten mit dementieller Psychose angestellt. Derselbe hatte auch eine andauernd ausgesprochene vasculäre Hypotension von 90/60 mm (Vaquez-Laubry), von einer Neigung zu leichter Bradykardie begleitet. Es wurde die rechte Carotisdrüse präpariert und der intraradiale Druck derselben Seite registriert. (...) Auch bei diesem Patienten erzeugt die faradische Reizung der Drüse, mehrmals wiederholt eine Senkung des Blutdruckes, wie es aus Abb. 2 und 4 (16) ersichtlich ist. (...) Auch die mechanische Reizung, durch

digitale Kompression der Drüse allein, erzeugt eine Hypotension, jedoch weniger betont (Abb. 3). (...) Am Ende des Versuches erzeugt die mechanische Reizung der Drüse durch Druck mit der anatomischen Pinzette, während ihrer Isolierung und Entfernung, gleichfalls einen depressorischen Reflex, wie es aus Abb. 5 ersichtlich ist. (...)

Wir müssen noch folgendes, für unsere Schlussfolgerungen besonders wichtige Resultat erwähnen. Der arterielle Druck erhob sich in den ersten Tagen nach der Operation bis zu 140 mm Hg systolischem und 90-95 mm Hg diastolischem Drucke (Vaquez-Laubry). Nachher blieb der Druck länger als einen Monat bestehen, während der Beobachtungszeit des Patienten, und auch später andauernd auf der Höhe von 105-110/75-80. Auch die Pulsfrequenz zeigte eine Neigung zur Erhöhung, jedoch weniger betont als bei dem Drucke. (...)

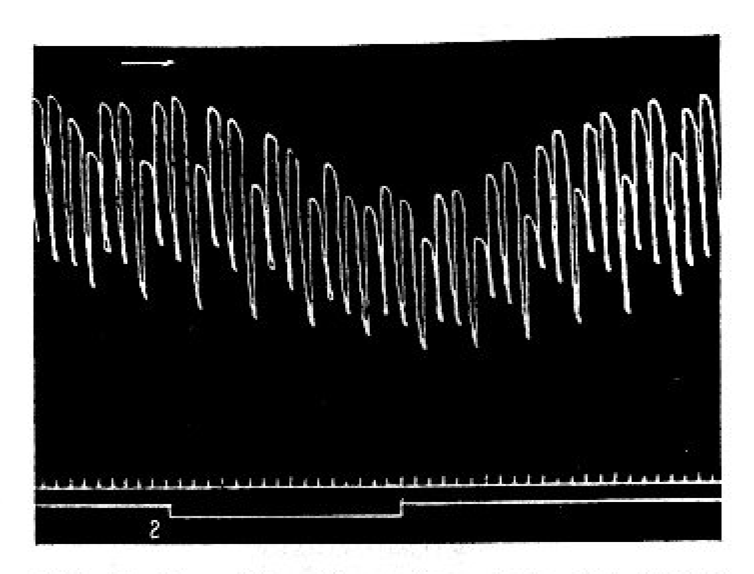


Abb. 2. Exp. II. Allgemeinnarkose mit Äther, vorher Morphium 0,02. Oben Druck in der rechten Radialis. Bei „2" faradische Reizung (R.A. 10) der rechten Gl. carotis. Mitte: Zeit in Sekunden. Auf 4/5 verkleinert.

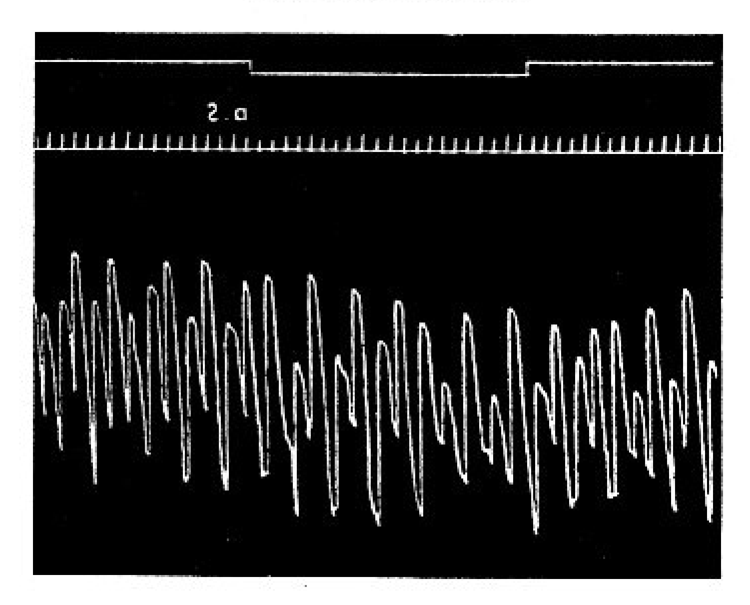


Abb. 3. Druck in der rechten Radialis (Fortsetzung zu Abb. 2.) Bei „2a" Reizung der Drüse durch Fingerdruck. Auf 4/5 verkleinert.

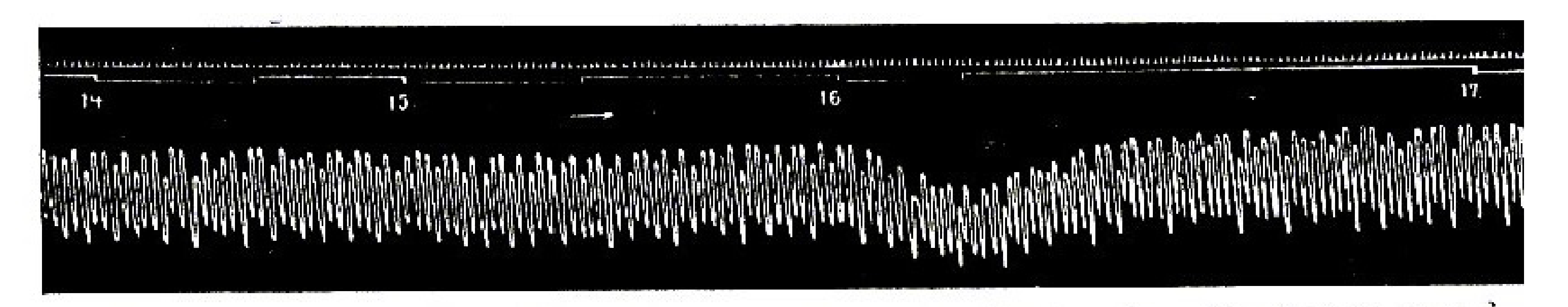


Abb. 4. Um $^1/_3$ verkleinert. Derselbe Fall wie bei Abb. 2 und 3. Unten: Druck in der rechten Radialis (Fortsetzu
„15“, „17“ faradische Reizung des Carotissinus. Bei „16“ dieselbe Reizung der isolierten Carotisdrüse. Oben: Ze
Depressorischer Effekt nur bei Reizung der Drüse.

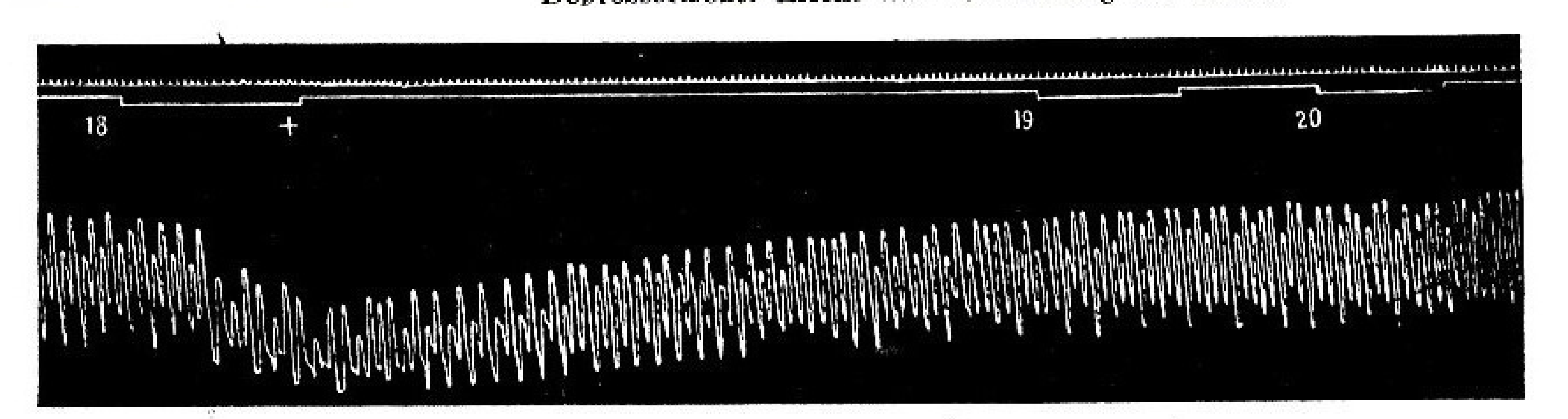


Abb. 5. Um $^1/_2$ verkleinert. Derselbe Fall wie bei Abb. 2, 3, 4. Unten: Druck in der rechten Radialis (Fortsetzung). Bei „18“ Erfassen der Drüse mit der Pinzette zwecks kompletter Isolierung; bei „+“ Exaerese derselben. Bei „19“ faradische Reizung der Stelle wo die Drüse lag. Bei „20“ faradische Reizung des Sinus caroticus. Oben: Zeit in Sekunden.

4. Einen andern Versuch stellten wir an einem Epileptiker von 19 Jahren an, bei dem wir die rechte Carotisdrüse in Äthernarkose nach vorheriger subcutaner Morphiuminjektion (0,02 g) präparierten. Es wurde der intraradiale Druck derselben Seite registriert. Die Drüse wurde schnell identifiziert. (...). Ihre faradische Reizung erzeugte jedes Mal einen sehr schönen depressorischen Reflex (Hypotension und Beschleunigung der Herzschläge), wie es aus Abb. 6 sehr klar ersichtlich ist. (...)

Auch dieser Epileptiker zeigte vor dem Eingriff einen leicht erniedrigten arteriellen Druck: 110/70 (Vaquez-Laubry). Nach der Operation steigt der Blutdruck in den ersten 3-4 Tagen auf 140/85-90 und verbleibt stationär auf 130/80, also im Vergleich zum präoperatorischen Zustand erhöht und von normalem Niveau.

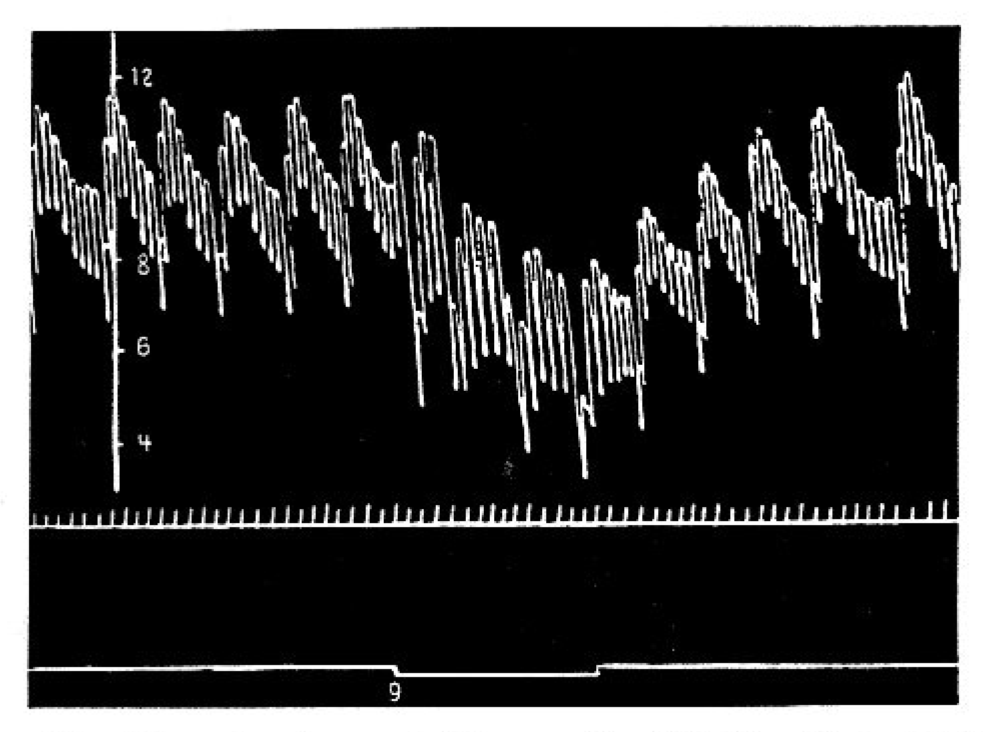


Abb. 6. Exp. IV. Allgemeinnarkose mit Äther; vorher 0,02 Morphium. Oben: Druck in der rechten Art. radialis. Bei „9" faradische Reizung (R. A. 9) der rechten Carotisdrüse. Wiederholung der Reizung brachte unveränderlich denselben depressorischen Reflex hervor; während Sinusreizung negativ blieb. Um 1/5 verkleinert.

5. Den 5. Versuch machten wir an einem 27jährigen Epileptiker in Äthernarkose. Der arterielle Druck wurde an der Drüse der gleichseitigen Radialis registriert. Es wird der rechte Sinus caroticus präpariert. (...) Der Glomus caroticus war durch ein kleines Knötchen vertreten, im hinteren oberen Teil des Sinus. Er war schwer aufzufinden und wurde durch faradische Reizung identifiziert. Durch letztere erhielten wir einen depressorischen Effekt mit Hypotension und Bradycardie, wie es aus Abb. 8 (Anmerkung: Bilder vertauscht, es muß heißen: Abb. 7) ersichtlich ist. (...)

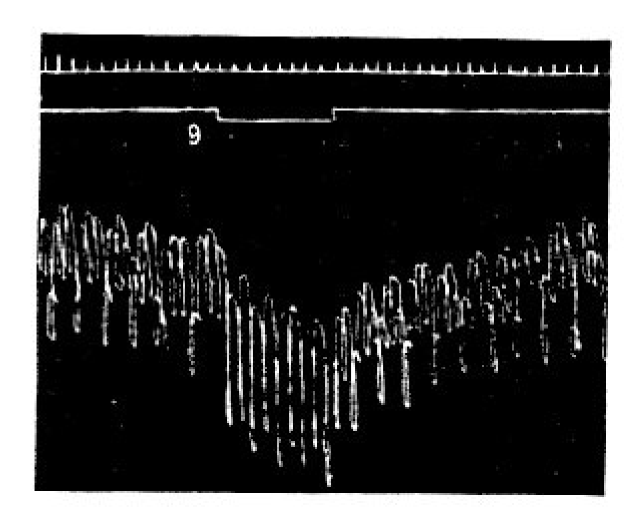


Abb. 7. Exp. V. Allgemeinnarkose mit Äther. Unten: Druck in der rechten Art. radialis. Bei „9“ faradische Reizung der Carotisdrüse. Oben: Zeit in Sekunden. Um $^1/_3$ verkleinert.

6.Der 6. Versuch wurde an einem 59jährigen Patienten gemacht, während einer Strumektomie wegen Struma cysticum. (...) Die faradische Reizung von sehr kurzer Dauer, infolge der Unruhe des Patienten, ist von einem depressorischen Reflex (Abb. 9) (...)

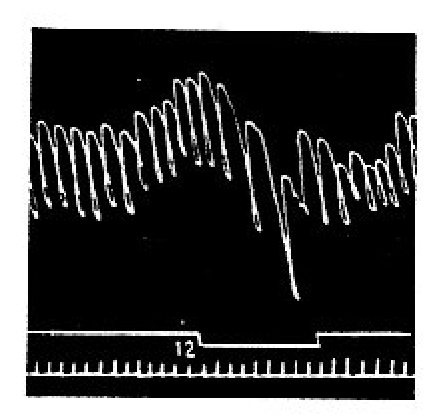


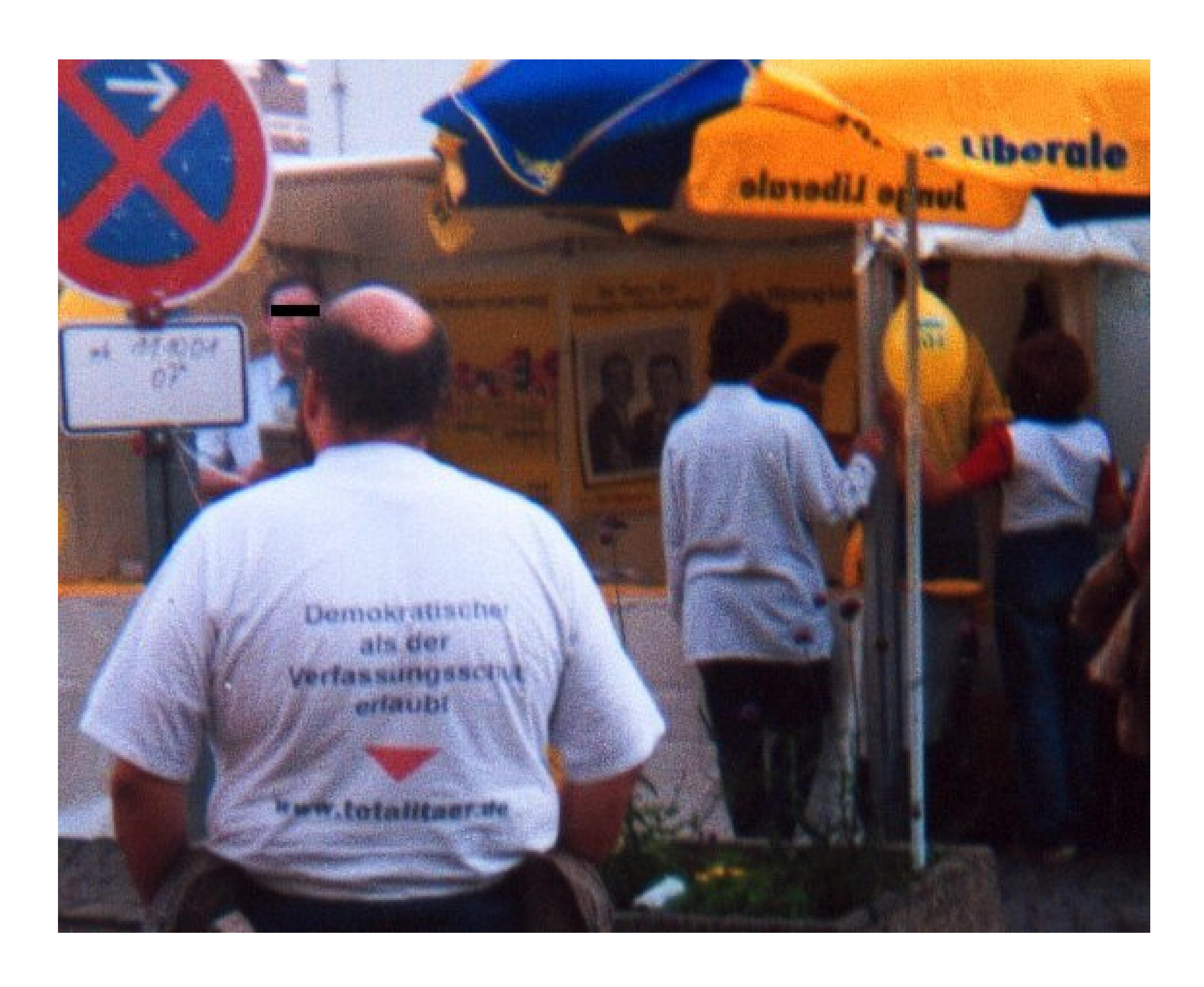
Abb. 9. Exp. VI. Lokalanästhesie mit Novocain. Oben: Blutdruck in der rechten Radialis. Bei „12“ faradische Reizung der Carotisdrüse. Unten: Zeit in Sekunden. Um $^1/_3$ verkleinert.

Aus dem Studium der erhaltenen Kurven - von denen nur ein kleiner Teil in dieser Arbeit dargestellt wurde - ergibt sich klar, daß die faradische Reizung der Carotisdrüse beim Menschen immer einen depressorischen Reflex hervorruft, d.h. ein Sinken des Blutdruckes gleichzeitig mit einer mehr oder minder deutlichen Verminderung der Herzschläge; wenn der Reflex aufhört, steigt der Blutdruck allmählich wieder zur normalen Höhe. Diese Reaktion auf den faradischen Reiz erscheint uns so sehr charakteristisch, daß wir ihn dazu verwendet haben, um mit der Reizelektrode in der Hand die Wunde zu durchforschen und derart die Drüse zu finden, wenn die im umgebenden Gewebe schwer aufzufinden war. (...)

(Wir halten) uns berechtigt zu folgern, daß der Glomus caroticus, beim Menschen wenigstens, die Rolle eines Rezeptionsorganes für die Reize, welche von der Carotisgabel ausgehen, spielt. Druckreize - vielleicht auch solche anderer Natur - von den rezeptiven Zellen der Drüse

aufgenommen, werden zum bulbären Zentrum durch die Nervenäste, welche zu ihr führen (aus dem 9. G.N.-Paar, dem Sympathicus und Vagus), weitergeleitet. Der durch ihre Vermittlung entstehende Reflex äußert sich im Sinken des Blutdruckes und Verlangsamung der Herzschläge; es ist somit ein depressorischer Reflex. Die depressorischen Carotissinusreflexe wären somit eher Glomus- (Carotisdrüsen-) Carotisreflexe. Durch diese Reflexe käme der Carotisdrüse eine bedeutende Rolle in der Regelung des Blutdruckes zu; diese lässt den Druck sinken, wenn er aus irgendeinem Grunde ansteigt.

Die Auftraggeber wissen von nichts


Liberale
Junge Liberale
Demokratischer
als der
Verfassungsschutz
erlaubt
www.totalitaer.de

Mitsubishi Datenblätter von japanischen RF-Transistoren
(http://www.mitsubishichips.com/data/datasheets/hf-optic/hf-opticpdf/ds/sc3021.pdf)
Da keine Suchfunktion auf der Seite vorhanden ist, klicken Sie diesen Link an und ändern Sie den Transistortyp am Ende der Adresse. Um zum Beispiel das Datenblatt des Transistors 2sc3020 aufzurufen geben Sie sc3020 ein.
Mitsubishi Electric Europe. B.V.
Niederlassung Deutschland
Gothaer Str. 8
40880 Ratingen
Tel.: +49 (0) 21 02 / 4 86 – 0
Fax: +49 (0) 21 02 / 4 86 - 11 20

Philips Datenblätter von RF-Transistoren
(http://www.semiconductors.philips.com/products/)

Datasheetlocator - Datenblätter vieler Hersteller
(http://www.datasheetlocator.com/)

Strixner + Holzinger Halbleiter
(https://ssl.kundenserver.de/sh-halbleiter.de)
Strixner + Holzinger Electronic Halbleiter Vertrieb GmbH
Schillerstrasse 25-29
80336 München
Telefon: 089/55 165 - 0
Fax: 089/55 165 – 100

Meinhardt Elektronik
(http://www.japan-halbleiter.de/)
Lilienthalstr. 11
70771 Leinfelden - Echterdingen
Telefon : 0711-7944285
Telefax : 0711-7944285

Hinkel Elektronik
(http://www.hinkel-elektronik.de/shop/index.html)
Wasserturmstraße 32
66954 Pirmasens-Winzeln
Telefon: 06331-91087
Fax: 06331-62413

TV Ersatzteile
(http://tversatzteile.de)
ESA Enrico Alexander
Pommersche Straße 42
17506 Gützkow
Telefax: +49 38353 669877

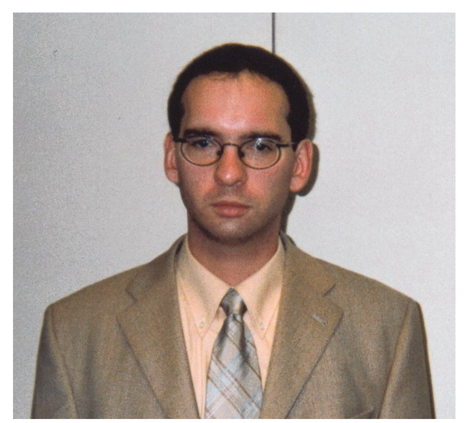
Unique Electronics
(http://www.euro-unique.com)
Hoofdweg 128
Ems / Nederland
Tel: 0578 - 661201
Tel : 06-55112891

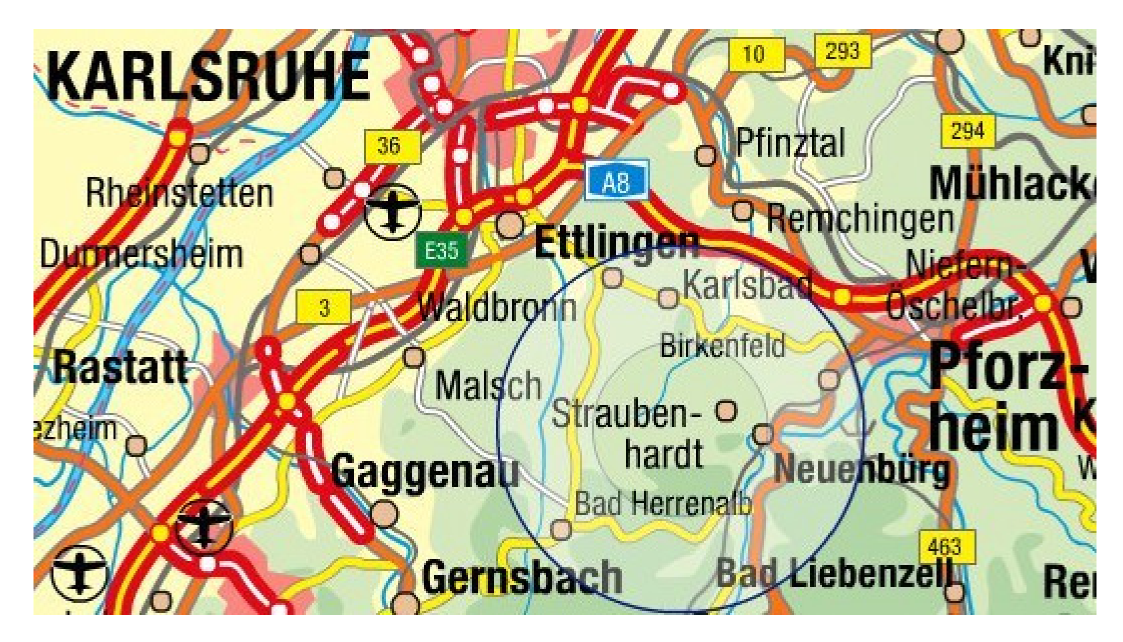
L-Tronik-Austria
(http://www.lta.at)
Lazarettgasse 1
A-8020 Graz
Tel.: ++43 316 716 770
Fax.:++43 316 716 770 15

Radio Kalika (Italien)
(http://www.rk-elettronica.it)
Via F.Severo 19/21
34133 Trieste TS - Italy
Tel.+39 040 362765
Fax +39 040 362806

Dönberg Electronics (Irland)
(http://www.donberg.ie)
Dönberg Electronics LTD
Ranafast (Letterkenny)
Co. Donegal
Rep. of Ireland
Tel.: +353 / (0)74 - 95 48 275
Fax.:+353 / (0)74 - 95 71 031

Martin Bott



Markus Bott

Kantstraße 8
75334 Straubenhardt-Langenalb
Tel.: 07248-1888
http://www.totalitaer.de